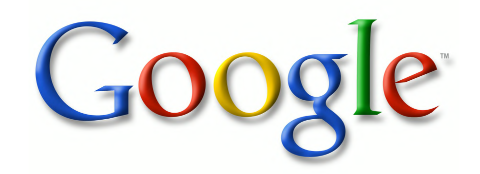


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

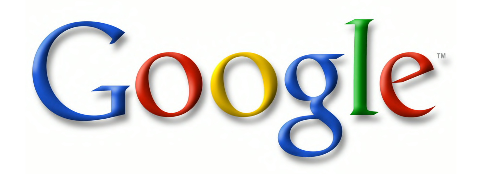
Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

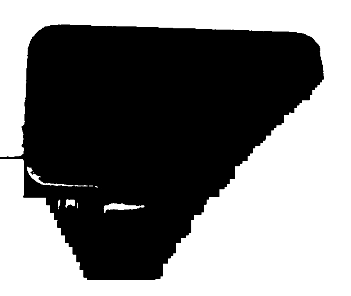
Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter http://books.google.com durchsuchen.

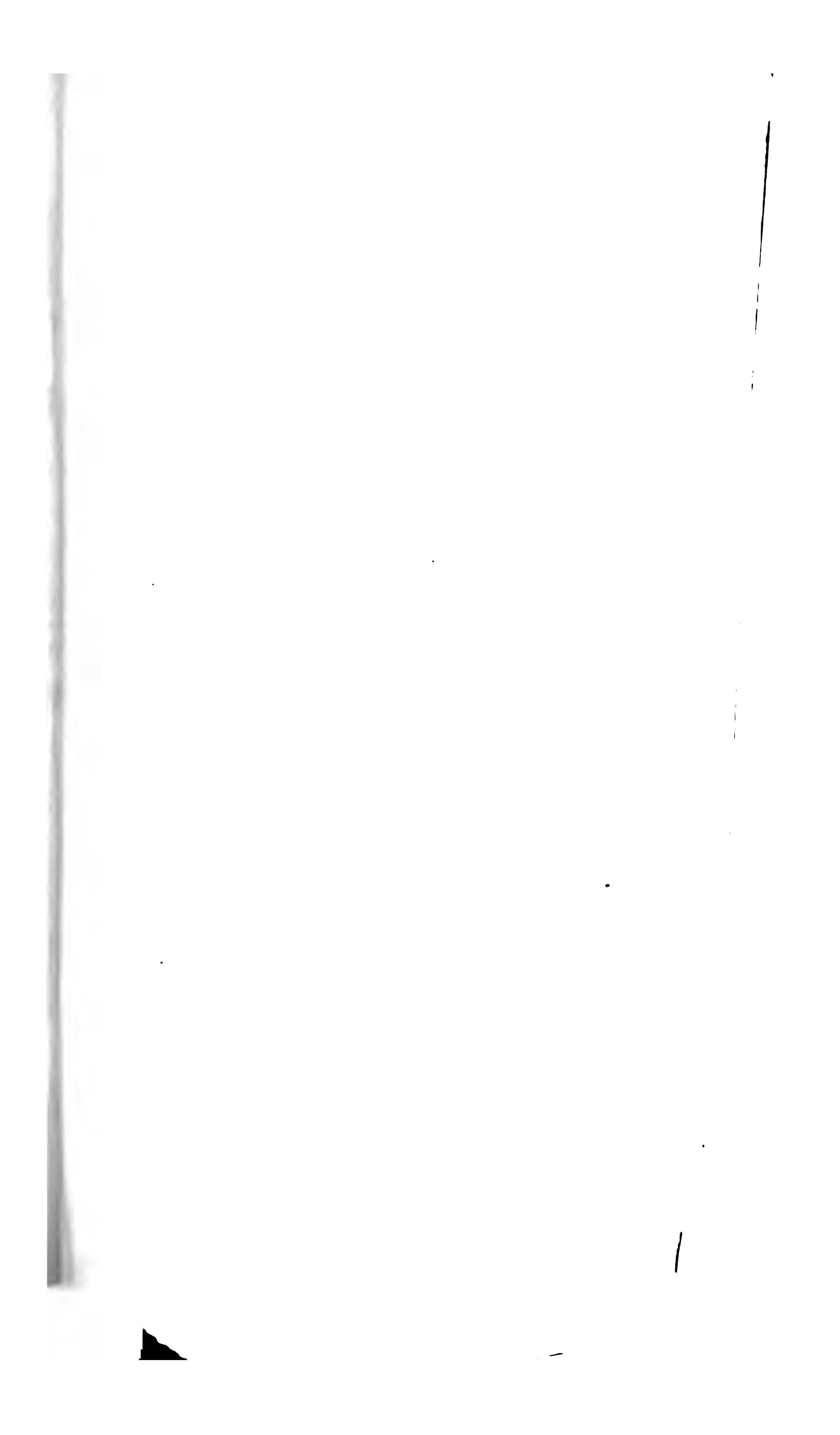


UC-NRLF
B 3 888 259

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

CIOLOGY
LIBRARY
G
Class





LEHRBUCH

DER

VERGLEICHENDEN

MIKROSKOPISCHEN ANATOMIE

DER

WIRBELTIERE.

VI.

LEHRBUCH

DER

VERGLEICHENDEN

MIKROSKOPISCHEN ANATOMIE

DER

WIRBELTIERE.

IN VERBINDUNG MIT

DR. AMANN-MÜNCHEN, PROF. DR. BALLOWITZ-MÜNSTER I. W., PROF. DR. BRAUS-HEIDELBERG, DR. BURCKHARD-WÜRZBURG, PROF. DR. DISSELHORST-HALLE A. S., PROF. DR. EGGELING-JENA, PROF. DR. HOYER-KRAKAU, PROF. DR. R. KRAUSE-BERLIN, DR. POLL-BERLIN, PROF. DR. REINKE-ROSTOCK, PROF. DR. SCHAFFER-WIEN, DR. STUDNIČKA-BRÜNN, PROF. DR. SZYMONOWICZ-LEMBERG, PROF. DR. ZIEHEN-BERLIN, PROF. DR. ZIMMERMANN-BERN

HERAUSGEGEBEN VON

DR. MED. ALBERT OPPEL,

PRAKT. ARZT IN STUTTGART, A. O. PROFESSOR.

SECHSTER TEIL.

ATMUNGSAPPARAT.

VON


LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

DR. MED. ALBERT OPPEL,

PRAKT. ARZT IN STUTTGART, A. O. PROFESSOR.

MIT 364 TEXTABBILDUNGEN UND 4 LITHOGR. TAFELN.



JENA.
VERLAG VON GUSTAV FISCHER.
1905.

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

BIOLOGY
LIBRARY
G

Class

LEHRBUCH

DER

VERGLEICHENDEN

MIKROSKOPISCHEN ANATOMIE

DER

WIRBELTIERE.

VI.

Druckfehler-Berichtigungen.

p. 49, Absatz 1, Zeile 15 lies Linin statt LININ.
p. 88, Zeile 7 von unten lies BISCHOFF statt BISCHOF.
p. 91, Absatz 6, Zeile 3, mit Macropus dürfte wohl Macropodus gemeint sein.
p. 98, Zeile 24 lies Chanos statt CHANOS.
p. 123, Zeile 14 von unten lies Tetrodon statt Tedrodon.
p. 188 in der Tabelle gehört das Komma hinter Pentache weg.
p. 235, Zeile 5 von unten lies MECKEL statt MECKFL.
p. 330 in der Erklärung zu Fig. 148 lies: Vergr. 300fach, statt 350fach.
p. 358, Absatz Mensch: Zeile 6 lies SZYMONOWICZ statt SCZYMONOWICZ.
p. 406, Absatz 5, Zeile 2 lies Perameles statt Peramales.
p. 458, Absatz 4, Zeile 3 lies SIMANOWSKY statt SIMANOVSKY.
p. 478, Zeile 3 von unten lies FRÄNKEL statt FRÄNKRL.
p. 621, Zeile 4 von unten lies HALLER statt HALLFR.
p. 719, Zeile 5 von unten lies SCHULZES statt SCHULZTS.


LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Einleitung.

Als Atmungsapparat dienen den Wirbeltieren in erster Linie die Kiemen und die Lungen. Diese beiden werden daher im folgenden zu betrachten sein. Die Buccopharyngealatmung der Amphibien wurde bereits im dritten Teile dieses Lehrbuches (p. 19 ff.) und die Darmatmung im zweiten Teile dieses Lehrbuches (p. 448, 536, auch 168) behandelt, während das Organ der Hautatmung, die Haut, in einem eigenen Teil dieses Lehrbuches geschildert werden soll. Doch wird von Buccopharyngealatmung und Darmatmung auch im folgenden wieder die Rede sein müssen, soweit die Ergebnisse der neueren Untersuchungen dies notwendig gemacht haben.

Da Kiemen und Lungen in der Wirbeltierreihe bisweilen nebeneinander bei ein und demselben Tiere auftreten, so erscheint es nicht tunlich, die Gliederung der Wirbeltiere in „Kiemenatmer" und „Lungenatmer" der Stoffeinteilung zugrunde zu legen. Eine ungezwungene Einteilung des Materials dagegen ergibt sich, wenn wir, wie dies im folgenden geschieht, trennen in **Kiemenatmung** und **Lungenatmung**.

Dem Abschnitt Kiemenatmung ist die bei vielen Kiemenatmern vorhandene **Schwimmblase** angegliedert.

Ehe man an die Lektüre der speziellen Darstellung herangeht, tut man gut, sich über die Physiologie der Atmung zu orientieren. Am besten geschieht dies an der Hand der gebräuchlichen neueren Lehrbücher der Physiologie und der Zeitschriften über Physiologie. Von älteren Werken sind neben anderen ZUNTZ und ROSENTHAL (beide in HERMANN *79—83**), Bd. IV, Teil 2, 1882), ferner BERGMANN und LEUCKART *52*, p. 519 ff., SUSSDORF in ELLENBERGER *90*, p. 556 ff., nachzuschlagen

*) Die den Autornamen beigefügten Zahlen in liegender Schrift weisen auf das Jahr des Erscheinens der Arbeit hin, wodurch es ermöglicht wird, im Literaturverzeichnis, für welches dieselbe Bezeichnungsweise gewählt wurde, die betreffende Arbeit leicht aufzufinden. Waren mehrere Arbeiten desselben Autors aus demselben Jahre zu berücksichtigen, so sind dieselben durch Beifügung von *a*, *b* etc. zu der Jahreszahl unterschieden. Arbeiten aus den Jahren 1806—1905 wurden nur mit den beiden Endstellen bezeichnet. Die Angaben der Autoren wurden, wie in Teil I—III dieses Lehrbuches, zwischen zwei Striche (/. . . ./) gestellt, unter Anfügung des Autornamens und der auf die betreffende Arbeit hinweisenden Jahreszahl. Soweit Zitate im Wortlaut der Autoren gegeben werden, stehen dieselben außerdem zwischen „ . . . .", wie dies auch sonst üblich ist.

Für die Physiologie der Atmung ist endlich auch auf die „Ergebnisse der Physiologie“ zu verweisen, welche neuerdings begonnen haben, Aufsätze von DU BOIS REYMOND *02* über die Mechanik der Atmung, von BORUTTAU *02* über die Innervation der Atmung und von MAGNUS *02* über die Pharmakologie der Atemmechanik u. a. m. zu bringen. Über die Chemie der Atmung berichtet HAMMARSTEN *04*, p. 607—624.

Eine eingehende klare, auch das historische Wissen berücksichtigende Entwicklung des Begriffs der Atmung finde ich bei RAUBER *97*. Ich gebe dieselbe im folgenden zum Teil im Wortlaut wieder.

/ Schon das Altertum hat sich die Frage der Atmung vorgelegt und in seiner Weise zu beantworten versucht, ohne jedoch in die Tiefe ihrer allgemeinen Bedeutung vorgedrungen zu sein. Wenn ARISTOTELES die Angabe macht, daß aus den Lungen, die mit dem Herzen durch Röhren in Verbindung stehen, dem Blute Pneuma, d. i. Luft, mitgeteilt werde, nicht durch unmittelbaren Übergang, sondern durch Berührung, und daß die mitgeteilte Luft sich durch die Arterien im ganzen Körper verbreite, so offenbaren diese Sätze zwar einige richtige Vorstellungen, aber der Zweck der Atmung wird in der Abkühlung, sei es durch die Luft, sei es durch das Wasser, gefunden. Erst 2000 Jahre nach dieser Zeit erfuhr das Wesen der Atmung die erste richtige Würdigung. Zugleich wurde dadurch ein eindringender Blick in das Wesen der Lebensvorgänge im ganzen getan. Denn das Wesen der Atmung ist auf das engste verknüpft mit den Lebensvorgängen überhaupt. Dabei ist merkwürdig, daß die richtige Deutung der Atmung ein Jahrhundert vor der Entdeckung des Sauerstoffs (1774) gewonnen worden ist.

Ignis et vita iisdem particulis aeris sustinetur, spricht sich der im Jahre 1679 jung verstorbene britische Gelehrte JOHN MAYOW aus. Er schließt, es müsse etwas in der Luft sein, was eine Flamme unterhalte, denn in dem luftleeren Raume erlösche die Flamme. Das Feuer aber und das Leben werde durch dieselben Luftteilchen erhalten. In einem abgeschlossenen Raume erlischt, wie er findet, ein Licht ungefähr zu derselben Zeit, zu welcher das Tier erstickt; letzteres kann in demselben Raume um so länger leben, wenn das Licht sich nicht gleichzeitig in dem Raume befindet. Die Lebensluft ist nach ihm nicht die Luft als ganzes, sondern nur ein Teil derselben. Wie frisch aus der Erde gegrabener Schwefelkies durch die Berührung mit der Luft sich erhitzt und im Dunkeln zu leuchten beginnt, so wird nach MAYOW auch die tierische Wärme durch die Verbindung der Lebensluft mit den Bestandteilen unseres Körpers erzeugt. Wie die Lunge zur Aufnahme der Lebensluft dient, so ist auch die Placenta eher eine uterine Lunge zu nennen, als eine Leber.

Sein Landsmann BLACK erkannte 1757, daß in der ausgeatmeten Luft Kohlensäure enthalten sei; und PRIESTLEY fand 1772, daß man dieses eigentümliche Gas der Ausatmungsluft auch erhalte durch Verbrennung von Kohle.

Es folgten die Forschungen von LAVOISIER. Er zeigte, daß bei der Verbrennung pflanzlicher oder tierischer Teile Kohlensäure und Wasser unter Aufnahme von Sauerstoff, der kurz zuvor von PRIESTLEY und SCHEELE entdeckt worden war, als Produkte auftreten. Die Kohlensäure besteht aber nach ihm aus Kohlenstoff und Sauerstoff; also mußten die organischen Körper Kohlenstoff und Wasserstoff als Elemente enthalten, welchen durch FOURCROY noch der Stickstoff in tierischen Organen zugesellt wurde.

So waren die ersten großen Aufschlüsse über die Elementarzusammensetzung der tierischen und pflanzlichen Körper gewonnen, aber auch die Ursache der Zersetzung im Tierorganismus erkannt. Die Zersetzung ergab sich als ein langsames Verbrennen. Der Verbrauch an Sauerstoff bestimmt von dieser Zeit an die Größe der Zerstörung und den Bedarf an Nahrung.

Der Ort der Verbrennung sind nicht die Lungen, wie LAVOISIER glaubte. sondern die verschiedenen Körpergewebe (G. v. LIEBIG, E. F. W. PFLÜGER). Die Kraftquelle des Lebens ist chemische potentielle Energie. „Ganz analog wie bei der Explosion der geladenen Kanone verwandelt sich in dem lebendigen Körper die chemische potentielle Energie (durch Stoffzersetzung) fortwährend in Wärme, Licht, Elektrizität, mechanische Arbeit und solche Atomschwingungen, welche die Erregung im Nervensysteme darstellen" (PFLÜGER).

Die langsame Verbrennung in den lebenden Zellen geht in nicht seltenen Fällen unter Feuererscheinung vor sich. Das nächtliche Leuchten des Meeres ist durch Zersetzungsvorgänge in lebenden Tieren und Pflanzen bedingt. Das Leuchten verwesender Baumstämme und tierischer Reste beruht auf der Gegenwart lebender Pilze und dem Vorhandensein von Sauerstoff. Es erlischt mit der Entfernung des letzteren und mit dem Tode jener. Das Leuchtvermögen höherer Tiere ist gewöhnlich an gewisse Zellen, besonders Oberhautzellen, gebunden, welche fettartige Stoffe enthalten; mit ihnen verbindet sich der Sauerstoff unter Lichtentwicklung. Außer gewissen Protozoen kommt die Fähigkeit der Lichtentwicklung manchen Cölenteraten, Würmern, Krebsen, Insekten, Muscheln, Stachelhäutern, Manteltieren zu.

Unter Atmung, Respiration, versteht man dem Angegebenen entsprechend die Aufnahme von Sauerstoff und die Abgabe von Kohlensäure von seiten lebender Tiere. Die Organe, welche dieser Tätigkeit dienen, heißen Atmungsorgane, Respirationsorgane.

„Viele niedere Tiere besitzen keine Atmungsorgane, sondern es atmet bei ihnen der ganze Körper, so bei den Amöben; hier haben wir die erste Form der Atmung vor uns, die Körperatmung. Bei einem großen Teil der Metazoen atmet die ganze Haut. Der Hautatmung steht gegenüber die ebenfalls verbreitete Darmatmung. Erst bei höherer Entfaltung des Tierkörpers treten besondere Atmungsorgane auf, wobei die Haut- und Darmatmung immer noch eine große Rolle spielen kann. Als eine dieser Formen von Atmung mit besonderen Organen erscheint die Kiemenatmung; als eine zweite Form die Atmung durch Wasserlungen; als eine dritte die Atmung durch Luftlungen; als eine vierte die Atmung durch Tracheensysteme."

„So sind also Körper-, Haut-, Darm-, Kiemen-, Wasserlungen-, Luftlungen- und Tracheenatmung zu unterscheiden. Es läßt sich erwarten, daß das Blutgefäßsystem, wo es einmal vorhanden ist, in seiner Ausbildung durch die Form der Atmungsorgane auf das stärkste beeinflußt werden muß."

„Das Blut dient dabei, abgesehen von seiner trophischen Funktion, als Vermittler des Gasaustausches mit der äußeren Luft oder dem Wasser. Die atmosphärische Luft aber ist eine Mischung von rund $^1/_5$ Volumen O und $^4/_5$ Volumen N, einer geringen Menge (0,0003—0,0005) CO_2 und einer schwankenden Menge Wasserdampf. Die Mischung steht unter einem Druck von etwa 760 mm Hg für Meereshöhe. Das unter der Atmosphäre liegende Wasser hat nur $^1/_{160}$ seines Volumens an O in Lösung. Großes O-Bedürfnis verträgt sich also schwer mit Wasseratmung.

Das Blut tritt durch die Atmungsorgane mit der atmosphärischen Luft oder dem Wasser in Verkehr, entnimmt ihnen O, übergibt ihnen CO_2 und wird dadurch hellrot, arteriell. Das arterielle Blut wird den Geweben des Körpers zugeführt, übergibt ihnen O, entnimmt ihnen CO_2 und wird dadurch dunkelrot, venös. Ersteren Vorgang nennt man auch äußere, letzteren innere Atmung.

Der Mensch atmet durch Luftlungen. Doch ist es von Interesse wahrzunehmen, daß der embryonale Entwicklungsgang, nachdem zuvor Körper- und Hautatmung stattgefunden hat, einen vollständig ausgebildeten Apparat von Kiemenbogen zur Ausbildung bringt, wenn auch Kiemen und Kiemenatmung in Wegfall kommen. Dafür bildet sich beim Embryo eine besondere Form der Respiration aus, die Placentaratmung, die als eine lokal zu hoher Entfaltung gelangte Darmatmung betrachtet werden muß.

Die Atmungsorgane Luft atmender Tiere werden in weit verbreiteter Weise noch zur Leistung einer anderen wichtigen Funktion verwendet, als zur Atmung, nämlich zur Lautbildung. Mehr oder weniger ausgebildete Lautorgane verknüpfen sich in Form dünner Platten oder Hautfalten mit den Atmungswegen und sind an dieser oder jener Stelle, meist am Beginn dieser Wege angebracht. Die hervorgebrachten Laute dienen als Schreck- Lock- und Verständigungsmittel; so insbesondere beim Menschen, bei dem sie die Grundlage der Lautsprache bilden". / (RAUBER *97*.)

Bei der Atmung der Wirbeltiere haben wir also zwei verschiedene Vorgänge, die äußere und die innere Atmung, zu unterscheiden. Die äußere Atmung besteht im Gasaustausch zwischen atmosphärischer Luft und den Blutgasen, die innere Atmung besteht im Gasaustausch zwischen den Blutgasen und den Zellen und Geweben des Körpers.

/ VERWORN erklärt nach den Ergebnissen seiner Versuche für erwiesen, daß im Protoplasma der Zelle Atmungsprozesse stattfinden. Der Zellkern hat höchstwahrscheinlich überhaupt keine Atmung. Die Tatsache der Erstickung kernloser Zellstücke in einem sauerstofffreien Medium und vor allem die Tatsache der Erholung derselben bei erneuter Zufuhr von atmosphärischer Luft zeigt unzweideutig, daß im Protoplasma ein Sauerstoffverbrauch stattfindet. Aus der Tatsache des Verschwindens der Wimpertätigkeit bei der Erstickung und der Wiederkehr derselben bei erneuter Sauerstoffzufuhr ergibt sich der unvermeidliche Schluß, daß auch eine Kohlensäurebildung im Protoplasma der Zelle erfolgt. Aus der Tatsache, daß sowohl bei der Erstickung wie bei der erneuten Zufuhr von Sauerstoff die kernhaltigen Teilstücke der Zelle sich genau so verhalten wie die kernlosen, daß sie vor allem keine längere Lebensdauer bei Sauerstoffentziehung zeigen wie die letzteren, geht schließlich nach VERWORN einwandsfrei hervor, daß der Zellkern weder ein Oxydationsorgan noch ein Sauerstoffdepot der Zelle sein kann, sondern daß die Atmung des Protoplasmas vom Zellkern unabhängig erfolgt. / (VERWORN *04*.)

Diese eigentliche Atmung vollzieht sich auch bei den Wirbeltieren in den Zellen und Geweben des ganzen Körpers. Sie kann sich aber bei den Wirbeltieren nur vollziehen, wenn bestimmte Einrichtungen die Atmungsgase den Zellen und Geweben des Körpers zu- und abführen. Durch diese Einrichtungen erst wird ermöglicht, daß zwischen den von der Körperoberfläche fern liegenden Zellen (und letztere sind im Wirbeltierkörper weitaus in der Mehrzahl) und der atmosphärischen Luft ein

Gasaustausch stattfinden kann. Als Vermittler dieses Vorganges dient, wie allbekannt, das Blut.

Mit der inneren Atmung können wir uns im folgenden nicht beschäftigen, weil dieselbe im ganzen Körper verbreitet ist. Dagegen hat sich die äußere Atmung, wie bereits erwähnt, an ganz bestimmten Stellen des Körpers lokalisiert, welche wir als „Atmungsorgane" oder in ihrer Summe als „Atmungsapparat" bezeichnen.

Daß für den allgemeinen Bau der Atmungsorgane gewisse Bedingungen vorhanden sein müssen, wurde schon von den älteren Autoren erkannt. Hören wir darüber einige Stimmen:

/ Zum Gasaustausch ist erforderlich, „daß das Blut auf einer möglichst ausgedehnten Fläche, in möglichst dünnen Schichten und unter einer möglichst feinen Decke der Luft ausgesetzt werde und daß beide, Blut und Luft, beständig erneuert werden." / (HENLE *73*.)

/ Bedingung für die Atmung ist, daß die Schicht organischer Substanz, welche zwischen Blut und dem umgebenden Medium trennt, feucht sei. Deshalb kann bei Tieren mit feuchter äußerer Haut eine Hautatmung stattfinden, während dies bei den mit trockenen Epidermisschichten bekleideten Tieren nicht geschieht. / (BERGMANN und LEUCKART *52*, p. 222.)

/ Gewissermaßen ideale Anforderungen, welche an ein Atmungsorgan gestellt werden könnten, wären dahin zu formulieren: erstens, es muß bei möglichst geringem Stoffverbrauch eine möglichst große Blutoberfläche mit dem äußeren Medium, Luft oder Wasser, in Berührung bringen und zweitens muß die das Medium und das Blut trennende Diffusionsmembran möglichst dünn sein. / (CLEMENS *94*.)

/ Die Atmung wird um so rascher von statten gehen, je dünner die trennende (zwischen Blut und Luft resp. lufthaltigem Wasser) Gewebsschicht ist, und um so intensiver erfolgen, je größer die gesamte Kontaktfläche. Dazu kommen noch besondere Umstände der Zirkulation. Kohlensäurereiches Blut wird den Atmungsorganen zugeführt, sauerstoffreiches wird aus ihnen abgeleitet. / (GEGENBAUR *01*.)

Es wurden oben von mir vier hauptsächliche Formen der Atmung (Hautatmung, Buccopharyngealatmung, Kiemenatmung, Lungenatmung) bei Wirbeltieren unterschieden. Von der fötalen Atmung (Allantois, Dottersack, Placenta) kann hier abgesehen werden. Wir haben in den erwähnten vier Formen im ganzen eine aufsteigende Reihe zu sehen, wenn auch ab und zu höher entwickelte Wirbeltierformen wieder auf eine niedere Atmungsform (hierher gehört auch eine bei manchen Fischen wieder mehr in den Vordergrund tretende Darmatmung) zurückgreifen mögen. Sehen wir, wie sich einige Autoren über diese verschiedenen Atmungsformen äußern.

/ Nur bei sehr kleinen Organismen oder etwas größeren dann, wenn der Stoffwechsel sehr langsam ist, genügt die äußere Oberfläche für Aufnahme des Sauerstoffes. Wenn die Organismen größer sind oder wenn der Stoffwechsel rascher von statten gehen soll, muß der Sauerstoff den Organen durch Röhren (Tracheen) zugeführt werden, oder es existiert eine lokal vermehrte Oberfläche, zu welchen die Blutgefäße hingehen. Diese lokal vermehrte Oberfläche kann entweder nach außen ausgestülpt sein, dann nennt man sie eine Kieme, oder sie kann nach innen eingestülpt sein und dann nennt man sie eine Lunge. Nach außen ausgestülpt kann sie sein da, wo der Sauerstoff geatmet wird, welcher im Wasser aufgelöst ist. Wo aber der Sauerstoff der atmosphärischen Luft direkt geatmet wird, kann diese Oberfläche nicht nach außen ausgestülpt

sein, weil sie dann zu sehr der Verdunstung ausgesetzt wäre: da ist sie nach innen eingestülpt, und deshalb haben die in der Luft lebenden Tiere Tracheen oder Lungen. / (BRÜCKE *81*.)

/ RENAUT unterscheidet folgende Typen der Atmung: 1. diffuse Ektodermatmung, 2. Hautkiemenatmung, 3. Mundhöhlenkiemenatmung, 4. Lungenatmung. RENAUT verfolgt, wie bei der Froschlarve alle vier Typen, welche nacheinander in die Erscheinung treten. / (RENAUT *97*.)

Über eine vergleichende Betrachtung der Atmungsorgane der Wirbeltiere äußerte ich mich im Jahre 1900 folgendermaßen: / Für eine solche Betrachtung erwachsen besondere Schwierigkeiten aus dem Umstande, daß die Atmung nicht durch die ganze Wirbeltierreihe an ein und dasselbe Organ gebunden ist, sondern bald hier, bald dort auftritt, so daß der Untersuchende den Boden für einen Vergleich, den er in einer Tiergruppe gewonnen hat, wenn er an eine andere herantritt, unter den Füßen verliert. Gehen wir von der bei niederen Wirbeltieren bestehenden Kiemenatmung aus, so sehen wir bei höheren Wirbeltieren die Kiemenbogen nicht mehr der Atmung dienen, sondern in eine ganz andere Bedeutung eintreten. Nicht viel besser geht es uns, wenn wir die bei höheren Wirbeltieren bestehende Lungenatmung ins Auge fassen. Wollen wir die Endräume (Alveolen) einer solchen Lunge eines höheren Wirbeltieres mit derjenigen eines anderen Wirbeltieres vergleichen und etwa annehmen, daß sich diese Alveolen in den verschiedenen Lungen vergleichen lassen, so verfallen wir in neue Fehler, selbst innerhalb kleiner Gruppen (wie es z. B. die damals im Vordergrund des Interesses stehenden Lungen der Dipnoer sind). Immerhin habe ich damals schon als Basis für einen Vergleich den Umstand hingestellt, daß demjenigen Teil des Vorderdarms, aus welchem die Lungen hervorgehen, die Eigenschaft, respiratorisches Epithel zu bilden, allgemein und ursprünglich zukommt. Insofern ist schließlich eben jede respiratorisches Epithel führende Alveole der anderen homolog, mag ihrer Bildung eine noch so große oder noch so kleine Spezialisierung der Lunge und des Bronchialbaumes vorhergehen.

In ähnlichem Sinne besteht (wie dies von mir schon früher (OPPEL *98*, [p. 39] berührt wurde) auch die Möglichkeit, Buccopharyngealatmung und Kiemenatmung auf einen gemeinschaftlichen Grund zu stellen. Aber auch dabei hat es noch nicht sein Bewenden, denn wenn wir uns zur Hautatmung wenden, so betreten wir wieder einen neuen ganz anders gearteten Boden. Und wie merkwürdig ist das Verhalten der Labyrinthfische, bei welchen der Labyrinthapparat in den Dienst der Luftatmung tritt. Noch größer wird die Mannigfaltigkeit, wenn wir diejenigen Organe betrachten, welche indirekt der Atmung dienen, sei es als zuleitende Apparate oder als Reservoire für die Luft, wie wir sie bei manchen Fischen im folgenden kennen lernen werden, oder wie wir sie in der Pneumatizität des Vogelkörpers in die Erscheinung treten sehen. Alle diese Beispiele rechtfertigen meine an die Spitze gestellte Behauptung. Und solche Beispiele ließen sich aus dem entwicklungsgeschichtlichen Gebiete noch weiter vermehren. So sind z. B. noch zu beachten die Unterschiede zwischen den Vorderdarmkiemen der Fische und den ektodermalen Kiemenbildungen bei niedrigstehenden Amphibien und Amphibienlarven, ebenso die bei manchen Fischen beschriebene Darmatmung. Es ergibt sich daraus, daß die Atmung nicht etwa allgemein an ganz bestimmte Organe geknüpft ist, sie tritt bald hier bald dort in die Erscheinung, ja sogar bald in Gebieten entodermaler, bald in Gebieten ektodermaler Natur. Wir

können somit sagen, daß, wo Blutgefäße zur Oberfläche treten und einen Gasaustausch ermöglichen, die Bildung von Atmungsorganen nicht ausgeschlossen ist. Wir wissen, daß das Lymph- und Blutgefäßsystem eines der mobilsten Organe des Körpers darstellt, das, sich überall hin verbreitend, bald da bald dort in höherem Maße in die Erscheinung tritt und neue Organe entstehen läßt. Ich erinnere nur an die verschiedenen Stellen des Körpers, welche zu Herden für die Bildung von Blut- und Lymphkörperchen werden können. Die Funktion der Atmung, welche gerade zu dem Blutgefäßsystem eine so innige Verbindung und Verwandtschaft zeigt, besitzt in ihrer Lokalisation kaum eine mindere Vielseitigkeit. (OPPEL *00*.)

Wenn also die Lokalisation des Atmungsvorganges in der Tierreihe vielfach wechselt, selbst noch in der Wirbeltierreihe, so haben doch diejenigen Organe, welche bei den Wirbeltieren der Atmung in erster Linie dienen, nahe Beziehungen untereinander nach Lage und Entstehung, wovon später noch ausführlicher die Rede sein wird.

Damit wende ich mich zur Darstellung des speziellen Baues*) des Atmungsapparates der Wirbeltiere.

*) Die makroskopische Anatomie der Organe, deren Bau im folgenden geschildert wird, bieten zahlreiche neuere und ältere Lehrbücher und Spezialwerke der vergleichenden Anatomie, von denen ich folgende erwähne: BERGMANN und LEUCKART *52*, p. 219 ff., CARUS *34*, CUVIER *10* und *37*, FLOWER *72*, GEGENBAUR *01*, LEREBOULLET *38*, MECKEL *29* und *33*, MILNE EDWARDS *57*, NUHN *78*, p. 87 ff., OWEN *66—68*, STANNIUS *46*, SIEBOLD und STANNIUS *54—56*, WIEDERSHEIM *02*; die ältere Literatur siehe bei ASSMANN *47* und LEREBOULLET *38*; die vergleichende Entwicklungsgeschichte besonders in O. HERTWIGS Handbuch der vergl. und exper. Entwicklungslehre der Wirbeltiere.

Kiemenatmung.

In diesem Abschnitte soll zunächst der Bau des respiratorischen Teiles des Darmes beim **Amphioxus** abgehandelt werden. Daran werden sich die **Kiemen der Fische und Amphibien** anreihen. Beschließen wird den Abschnitt die zahlreichen Kiemenatmern zukommende **Schwimmblase**.

Amphioxus lanceolatus.

Der Atmungsapparat des Amphioxus hat seinen Sitz im vorderen Abschnitt des Darmes, von dem aus ein Teil der sich anlegenden sehr zahlreichen Kiemenspalten zunächst, wie die Entwicklungsgeschichte zeigt, frei nach außen durchbricht. In der späteren Entwicklung werden beim Amphioxus die freien Mündungen der Kiemenspalten von Hautfalten überwachsen. Der so entstehende abgesackte Raum, der sogenannte Peribranchialraum, bleibt jedoch an einer hinter der Körpermitte gelegenen Stelle gegen außen offen (Porus abdominalis, auch P. branchialis). Bei der Atembewegung strömt somit das Wasser durch die Mundhöhle in die **Kiemenhöhle**, von dort durch die **Kiemenspalten** in den **Peribranchialraum** und von diesem durch den **Porus** nach außen.

In der folgenden Darstellung werde ich, dem Gang des allmählichen Fortschreitens unseres Wissens von dem Bau dieser Organe folgend, zunächst die einfacheren Verhältnisse im allgemeinen Aufbau der Kiemenhöhle darstellen und daran die von späteren Autoren gemachten speziellen Beobachtungen angliedern, wobei auch die Anschauungen über die Bedeutung und Herkunft der die Kiemenhöhle stützenden Skeletteile gestreift werden wird.

RATHKE äußerte sich über die Respirationsorgane des Amphioxus lanceolatus, p. 18 f., folgendermaßen: Was den inneren Bau des Respirationsorganes oder Kiemensackes anbelangt, so ist seine Wandung nur mäßig dick, und besteht der Hauptsache nach teils aus Häuten, teils aus Knorpeln. Die Zahl der Häute, die zu seiner Zusammensetzung dienen, und von denen die eine die andere umgibt, ist drei. Die äußere Haut ist (wie RATHKE damals meinte) ein Teil des Bauchfelles, dann folgt eine etwas dickere Haut, die aus einem verdichteten festen Zellstoffe besteht: nach innen von dieser aber liegt eine noch viel dickere Schleimhaut. Zwischen den beiden letzten Häuten verlaufen in die untere Wandung des Kiemensackes zwei mäßig dicke und auf beide Seitenhälften

verteilte Blutgefäße, die sich durch die ganze Länge des Kiemensackes hinziehen. Außerdem erscheint an der inneren Fläche der mittleren Haut und verwachsen mit ihr eine sehr große Zahl von faser-knorpeligen Fäden oder Streifen, die alle nur sehr zart sind, in zwei auf beide Seitenhälften des Kiemensackes verteilten Reihen liegen, und parallel nebeneinander schräge von oben und vorne nach unten und hinten herab verlaufen. Alle am unteren Ende gegabelten Knorpelstreifen einer jeden Reihe, welche RATHKE eingehend beschreibt, setzen ein recht regelmäßiges Gitterwerk zusammen. Im Kiemensack finden sich zwei Reihen von Schleimhautfalten. Muskelfasern konnte RATHKE am Respirationsorgane nicht bemerken. Verengerung bei der Atmung erfolgt ohne Zweifel durch einen Druck, welchen die Muskeln der Leibeswand ausüben, wieder erweitert wird das Organ durch seine elastischen Knorpelfäden.

Die Kiemenöffnungen hat RATHKE übersehen, er läßt das Atmungswasser durch die Mundöffnung ein- und ausgehen. / (RATHKE *41*.)

/ Unter den älteren Beschreibungen des Kiemenschlauches ist dann besonders diejenige von J. MÜLLER *44* zu erwähnen. Er konstatiert, daß die Schleimhaut die Knorpelstäbchen von der einen Seite bekleidet, ohne von einem Stäbchen quer auf das andere überzugehen, also ohne die dazwischen befindlichen Spalten auszufüllen. Die Schleimhaut sowohl an den Seitenrändern der Spalten, wie an der inneren Fläche der Leisten ist dicht mit Wimpern besetzt. Die Wand der Kiemenleisten enthält auch Pigmentkörner. Die Wimperbewegung fehlt an den Fransen am Eingang der Kiemenhöhle, gleichwie an den Querstäbchen der Kiemen. / (J. MÜLLER *44*.)

/ Nach L. STIEDA wechselt das Epithel des Kiemensackes an verschiedenen Stellen in der Form sehr. In der oberen Rinne ist das Epithel (was STIEDA damals auch für das Darmepithel annahm) ein geschichtetes. Die Mächtigkeit der Epithelschicht beträgt etwa 0,0357 bis 0,0429 mm. Die untersten Lagen sind äußerst kleine, rundliche Zellen, deren Kerne 0,0014—0,0028 mm messen. Die dem Lumen des Schlauches zugekehrte Lage sind kleine, schmale, sehr blasse Zylinderzellen, 0,0085 mm hoch und 0,0028 mm breit. Die freie Oberfläche der Zylinderzellen trägt wie das übrige Epithel feine Flimmerhaare. Weiter zur Seite hin geht das Epithelium durch verschiedene Zwischenstufen in gewöhnliches Zylinderepithel über, um an der Innenfläche der Leibeswand zu einem einfachen Plattenepithel zu werden, dessen Kerne allein die Gegenwart der Zellen verraten. Indem das Epithel sich wieder auf die Falte hinüber begibt, werden die Zellen höher und stellen an der Außenfläche der Gitterstäbchen ein gewöhnliches Zylinderepithel dar, welches aus kernhaltigen, sehr durchsichtigen Zellen von 0,0057 mm Durchmesser und 0,011—0,014 mm Höhe besteht. Von den Gitterstäbchen ab zum Lumen des Kiemensackes hin ist die Epithellage am dicksten, ist geschichtet und nimmt von außen nach innen zu; sie wird durch eine große Anzahl äußerst kleiner, dicht nebeneinander liegender rundlicher Zellen gebildet, deren Kerne allein sichtbar sind. Die am oberflächlichsten gelegene Zellenschicht gleicht einem zierlichen Zylinderepithel und trägt sehr lange Wimperhaare. STIEDA kam es mitunter vor, als sei nur die oberflächliche Zellenlage das Epithel, während die unteren kleinen Kerne nur der bindegewebigen Grundlage angehören.

Die quer durchschnittenen Kiemenstäbchen bieten in dem nach innen gelegenen Teil durchweg das eben beschriebene Bild des Epithelialbelegs, dagegen zeigt die zur Leibeswand gekehrte Fläche des Stäbchens stets ein einfaches, nicht wimperndes Zylinderepithel.

Die Innenfläche der Leibeshöhle, insoweit sie als Kiemensack aufzufassen ist, zeigt einfaches Plattenepithel. Das nicht wimpernde Zylinder- und Plattenepithel besitzt mitunter schwärzliche Pigmentkörnchen.

STIEDA beschreibt auch (p. 58 ff.) die Anordnung der Blutgefäße des Kiemensackes. Kapillargefäße konnte STIEDA nicht sehen. / (L. STIEDA *73*.)

Zum Verständnis der folgenden Darstellungen ist vorauszuschicken, daß ROLPH den Peribranchialraum (also den den Kiemenkorb umgebenden Raum) als Kiemenhöhle benennt, während LANGERHANS das Lumen des Kiemenkorbes (also den respiratorischen Abschnitt des Vorderdarmes) als Kiemenhöhle bezeichnet.

/ Im Gegensatz zu allen anderen Kiemenatmern ist der respiratorische Teil des Darmes beim Amphioxus zu gewaltiger Länge entwickelt. Er nimmt fast die Hälfte der Totallänge des Tieres ein. Der Kiemenkorb wurde durch GOODSIR und RATHKE (siehe oben) beschrieben, genauer durch J. MÜLLER (siehe oben) und RETZIUS. Sie stellten durch das Experiment am lebenden Tiere fest, daß der Kiemenkorb von einer großen Zahl Spalten durchsetzt sei, welche dem in den Mund eintretenden Atmungswasser den Austritt in einen den Kiemenkorb umgebenden Hohlraum gestatteten. BERT und QUATREFAGES bestätigten dies. ROLPH nennt den den Kiemenkorb umgebenden Raum „Kiemenhöhle".

Die Bindegewebshülle des Kiemenkorbes ist eine zarte, fast homogen erscheinende Membran. Sie ist nach außen von Endothel bekleidet. Aus derselben feingestreiften Substanz bestehen auch die Verdickungen resp. Faltungen der Hülle, die Kiemenstäbe. Das Schleimhautepithel ist überall einschichtig und überall trägt die Oberfläche der Schicht Wimpern. An den Kiemenstäben unterscheidet man eine oberflächliche, aus langen prismatischen Zellen zusammengesetzte, und eine innere, aus verflochtenen kernhaltigen Bindegewebsfasern bestehende Schicht. Vornehmlich im mittleren und vorderen Abschnitt des Kiemenkorbes beschreibt ROLPH in den Schleimhautfalten der Bauchrinne aus helleren, halbmondförmigen Zellen gebildete kugelige, weiter hinten kegelförmige Organe, welche an die LEYDIGschen Sinnesbecher erinnern.

Die Wand der Kiemenhöhle (ROLPHS, Peribranchialraum späterer Autoren) wird überall gebildet von einem einschichtigen Zylinderepithel und der dieses tragenden Bindegewebshaut. Letztere ist überall sehr dünn und zeigt sich völlig homogen. Das Kiemenhöhlenepithel ist oft pigmentiert, besonders im Bereich der Kiemenstäbchen, es besitzt auch darin große Ähnlichkeit mit dem Epithel der Oberhaut. / (ROLPH *76*).

/ Eine makroskopische Beschreibung der Kiemenhöhle des Amphioxus lanceolatus unter Berücksichtigung der Befunde von JOH. MÜLLER gibt P. LANGERHANS *76*.

Die Wand der Kiemenhöhle besteht aus einem oberen, nach unten konkaven, und einem unteren, nach oben konkaven, elastischen Bande, die in der Mittellinie verlaufen und durch eine große Zahl schräg verlaufender, hohler dreieckiger Stäbe, die Kiemenstäbe, miteinander verbunden sind. W. MÜLLER (Jen. Zeitschr., Bd. VII, p. 329) hat das untere Band mit seiner Schleimhaut „Hypobranchialrinne" benannt, LANGERHANS behält diesen Namen bei und benennt das obere Band „Hyperbranchialrinne". Der Kiemenschlauch lehnt sich oben an die skelettogene Schicht unter der Chordascheide. Er ist außerdem durch ein Band mit der Leibeswand verbunden, das JOH. MÜLLER als Ligamentum denticulatum bezeichnet. Dasselbe ist ein doppeltes. Die von JOH. und W. MÜLLER nachgewiesene, von LANGERHANS gleichfalls erkannte Kommunikation

zwischen Bauchhöhle und Kiemenhöhle wurde auch von ROLPH bestätigt. ROLPH faßt jedoch auf Grund der KOWALEWSKYschen Entwicklungsgeschichte die Leibeshöhle jener Forscher als Atemhöhle auf und läßt die Leibeshöhle auf den außen von den Ligamenta denticulata gelegenen Teil beschränkt sein, sowie auf den Raum, in dem die Geschlechtsorgane liegen und den, in dem das Kiemenherz verläuft.

Das komplizierte elastische Skelett des Kiemenkorbes wird an verschiedenen Stellen von glatten Muskeln bewegt, so am oberen elastischen Band, an der Hypobranchialrinne; endlich verlaufen in der Substanz dieser Rinne, wie bereits W. MÜLLER erwähnte, Längs- und Querfasern. Die longitudinalen Muskeln JOH. MÜLLERS in den Kiemenstäbchen kann LANGERHANS nicht bestätigen. Die spärliche Mucosa ist nur an den Kiemenstäbchen stärker entwickelt; hier springt sie, wie das von STIEDA beobachtet ist, in Gestalt einer dünnen und zarten Falte nach innen vor und gibt so dem ganzen Kiemenblatt eine relativ bedeutende Oberfläche.

Fig. 1.

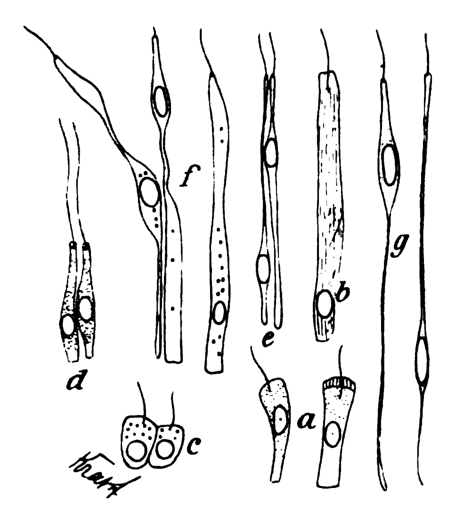


Fig. 2.

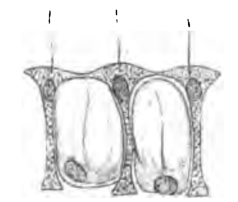


Fig. 1. **Kiemenepithelien von Amphioxus lanceolatus.** *a* Hyperbranchialrinne und Raum davor; *b* Mediale breite Zelle; *c* Pigmentepithel; *d* Kiemenstäbchen; *e* Mittelstreifen; *f* Laterale breite Zelle; *g* Abschlußepithel der Kiemenspalten. Vergr. 750fach, reduziert auf 9/10. (Nach LANGERHANS *76*.)

Fig. 2. **Äußeres Kiemenstabepithel von Amphioxus lanceolatus.** Ansicht im Profil. Vergr. 750fach, reduziert auf 9/10. (Nach LANGERHANS *76*.)

Das Epithel, welches den Kiemenkorb überzieht (siehe Fig. 1 u. 2), ist ein einschichtiges, und jede Zelle ist nur mit einem Wimperhaar versehen, d. h. also eine Geißelzelle. STIEDA und W. MÜLLER geben, der erstere vom Epithel der Kiemenstäbchen, der letztere von dem medianen Epithelstreifen der Hypobranchialrinne an, daß sie mehrschichtig seien. Beides beruht auf einem Irrtum, die Zellen reichen stets von der bindegewebigen Grundlage bis zur freien Oberfläche. Der vorderste Abschnitt der Kiemenhöhle zwischen Velum und Kiemenspalten trägt ein mäßig hohes Zylinderepithel, dessen Zellen im oberen über dem Kerne gelegenen Abschnitte meist einen körnigen Inhalt besitzen, unterhalb des Kernes dagegen hell erscheinen. Dasselbe Epithel setzt sich in die Hyperbranchialrinne fort und kleidet dieselbe aus. Dies Epithel hört in der Hyperbranchialrinne wie im vorderen Teile der Kiemenhöhle mit scharfer Grenze auf, um dem eigentlichen Kiemenepithel, d. h. dem der Kiemenspalten Platz zu machen. Es ist das ein sehr schmalzelliges Epithel mit sehr starken Geißeln. Die Kerne liegen in verschiedener Höhe in den schmalen Zellen, wodurch leicht der Eindruck der Mehrschichtigkeit entsteht. Dieses Epithel überzieht die Innenfläche und beide Seiten-

flächen der Kiemenblättchen bis auf den hintersten Teil derselben. Hier tritt plötzlich eine nur drei oder vier Zellen breite Lage niedriger, fast kubischer Epithelien an seine Stelle, welche ebenfalls jede mit einer Geißel versehen sind. Letztere treten jedoch bei der bedeutend größeren Breite dieser Elemente sehr in den Hintergrund. Dieses schmalen Streifens Zellen sind die einzigen Epithelien des Kiemenkorbes, welche das von allen Autoren erwähnte Pigment enthalten, und zwar eine recht verschiedene Menge roter bis dunkelbrauner Körnchen. An diesen Streifen von Pigmentepithel schließt sich nach hinten ein wieder etwas höheres Epithel an (Stiedas einfaches Zylinderepithel), welches aus zwei Zellarten besteht, große helle Elemente mit basalliegendem Kern, deren sonst ganz heller Zelleib oft, aber nicht immer, einige größere Konkremente enthält und kleinere Zellen mit starkkörnigem Inhalt, deren Kern auf verschiedener Höhe gelegen ist. Die kleinen Elemente breiten sich an der Oberfläche des Epithels pilzähnlich aus und decken so einen Teil des Leibes der zwischen ihnen liegenden größeren Elemente. Beide Zellarten besitzen Geißeln, ausnahmslos die kleinen Zellen. Die Querstäbchen der Kiemen tragen ein Epithel, das sich von dem Pigmentepithel nur durch den Mangel des Pigmentes unterscheidet.

An der oberen Seite der Hypobranchialrinne unterscheidet W. Müller jedenfalls einen, Langerhans zwei Streifen breiterer Zellen.

Die von Rolph in dem Epithel der Hypobranchialrinne erwähnten becherförmigen Sinnesorgane findet Langerhans nicht. Vermutlich ist Rolph durch die Querschnitte der beiden Streifen breiterer Zellen getäuscht worden.

Fig. 1 zeigt Bilder von den so sehr verschiedenen Formen der Kiemenepithelien nach Langerhans. (Langerhans *76*.)

A. Schneider unterscheidet bei Amphioxus dünne und dickere Kiemenstäbe.

Die Kiemenstäbe schließen (die dünnen) einen, (die dickeren) zwei Kanälchen ein. Die dicken Stäbe spalten sich an ihrem unteren Ende und gehen in zwei Bogen nach vorn und hinten auseinander. In diesen Winkel tritt je ein Zweig der Kiemenarterie und setzt sich in die Kanäle des Stabes fort. Durch die Querkanäle tritt das Blut in die dünnen Kiemenstäbe. Die Kiemenstäbe besitzen eine zum Teil schon von Langerhans beschriebene Muskulatur, bestehend aus glatten Fasern, welche quer und längs verlaufen; Querfasern stehen an den unteren Enden der Kiemenstäbe in den Arkaden, welche die Zweige je zweier benachbarter Kiemenstäbe bilden. Andere Querfasern stehen an den oberen Enden der Kiemenstäbe in den Winkeln, welche sich zwischen den Arkaden befinden, die die Zweige je zweier benachbarter Kiemenstäbe verbinden. Endlich stehen Querfasern auf den Querbalken des Kiemengerüstes, welche an den Stellen, wo sich die Querbalken an die dicken Kiemenstäbe ansetzen, auf die dicken Kiemenstäbe ausstrahlen. Längsfasern gehen von den oberen Enden der dicken Kiemenstäbe aus und setzen sich an die innere Fläche der oberen Arkaden. Andere Längsfasern liegen in den Gefäßen, welche in und auf den dicken Kiemenstäben verlaufen. Am oberen Ende entspringt von jedem Kiemenstabe eine Kiemenvene, welche bogenförmig ein wenig nach rückwärts verläuft und sich mit der Aorta verbindet, welche jederseits unter der Chorda liegt. Die Kiemenvenen sind sehr dünnhäutig. (A. Schneider *79*.)

Auch Rohon beschreibt (wie Joh. Müller, Langerhans und Schneider) die Anordnung der Kiemenstäbe des Amphioxus lanceolatus

eingehend. Der feinere Bau der langen Stäbe stimmt mit der Beschreibung von JOHANNES MÜLLER überein. Sämtliche Stäbe bestehen aus feinen Längsfasern, welche durch eine homogene Substanz verkittet sind. Kerne kommen hier nicht zum Vorschein. Im allgemeinen schließt sich dieses Gewebe den Bindesubstanzen, im engeren Sinne des Wortes, dem Faserknorpel an. Die Schleimhaut zeigt im frischen Zustande eine fein retikuläre Substanz mit verhältnismäßig zahlreichen kleinen und runden Kernen. Die Epithelien des Kiemenschlauches verhalten sich mit einziger Ausnahme, wie sie von LANGERHANS beschrieben wurden. Das Epithel ist nämlich nirgends mehrschichtig, wie W. MÜLLER und STIEDA angeben, sondern allerorten, der Beschreibung von LANGERHANS gemäß, einschichtig. Die Querstäbe zeigen (entgegen der Angabe von LANGERHANS) ein kubisches Epithel, wogegen die Längsstäbchen allerwärts (übereinstimmend mit LANGERHANS) meistens von cylindrischen Zellen bekleidet sind. Außerdem besteht noch ein zweiter Unterschied, nämlich daß die Epithelzellen der Querstäbe pigmentlos sind, während die Epithelien der langen Stäbe ziemlich viel von einer braunkörnigen Masse besitzen. Die von ROLPH in der Hypobranchialrinne beschriebenen becherförmigen Sinnesorgane leugnet LANGERHANS (siehe oben). ROHON ist darin derselben Ansicht wie LANGERHANS, sofern es sich hier tatsächlich nicht um Sinnesorgane handelt. Andererseits sieht ROHON in den angeblichen Sinnesorganen „Hervorkörbungen" mit teilweiser Aufquellung der Hypobranchialschleimhaut. / (ROHON, *82.*)

/ Das Kiemenskelett beschreibt SPENGEL, auf den Untersuchungen von JOH. MÜLLER basierend. So stellt er dar, wie an der dorsalen Seite alle Skelettstäbe bogenförmig untereinander verbunden sind, während an der ventralen Seite alle Stäbe getrennt endigen und zwar in der Weise, daß in regelmäßigem Wechsel einer sich in zwei divergierende Schenkel spaltet, der andere aber ungeteilt ausläuft. Zwischen je zwei Spaltenpaaren liegt also ein Gabelstab. Die horizontalen Stäbe, welche in größerer Anzahl die Spalten überbrücken, nennt SPENGEL „Synaptikel". Diese Synaptikel erstrecken sich stets über den zwischenliegenden ungeteilten Stab hinweg, von einem Gabelstab zum anderen. Am dorsalen Ende jedes Gabelstabes, in dem Winkel, in dem die Arkaden zusammenstoßen, findet sich ein hakenförmiges Skelettstück.

Nach RAY LANKESTER ist das Kiemenskelett des Amphioxus eine spezielle Form der subepidermoidalen Bindegewebsplatte. SPENGEL sieht mit HATSCHEK die unmittelbar unter der Epidermis lagernde Schicht als eine von der Epidermis ausgeschiedene Basalmembran an, während LANKESTER annimmt, daß es die äußerste Schicht der Cutis sei. In den Zungenbalken (siehe unten) ist keine Cutis, das Kiemenskelett besteht aus der hier besonders ausgebildeten Basalmembran HATSCHEKS.

Als Endostyl bezeichnet SPENGEL mit LANKESTER (p. 386) den ventralen, von den Pharyngealspalten nicht durchbrochenen Streifen des Kiemensackes mit allen an seiner Bildung beteiligten Organen und Höhlen.

Das Epithel der Kiemen ist überall einschichtig (mit LANGERHANS gegen STIEDA), sein Bau wurde von RAY LANKESTER gänzlich mißverstanden.

Das bereits von WILH. MÜLLER und namentlich LANGERHANS richtig geschilderte Epithel der Hypobranchialrinne wurde von DOHRN (*85.* p. 64, Tab. 8, Fig. 23) gut abgebildet und beschrieben.

SPENGEL gibt eine eingehende kritische Darstellung der Befunde von A. SCHNEIDER, ROHON und RAY LANKESTER besonders in Be-

ziehung auf die Frage, was in dem Kiemengitter des Amphioxus als Blutgefäße (Arterien, Venen), Lymphgefäße und was als Cölom anzusehen ist. Ich gebe die diesbezügliche Darstellung SPENGELS in kurzen Zügen wieder.

A. SCHNEIDER, der die Kiemengefäße des Amphioxus zuerst erwähnt (siehe die vorstehende Darstellung), hat sich der von ROLPH begründeten, heute wohl zu unbestrittener Annahme gelangten Auffassung der Leibeshöhle des Amphioxus nicht angeschlossen, sondern betrachtet als solche die außerhalb der Kiemen gelegene, durch den Kiemenporus ausmündende Höhle, während er in der Leibeshöhle ein Lymphgefäßsystem erblickt.

Ein Lymphgefäß derart findet SCHNEIDER am Außenrande jedes zweiten Kiemenbogens, nämlich derjenigen, deren Skelettstab am unteren Ende gegabelt ist, während die zwischenliegenden Bogen mit ungeteiltem Stabe „kein Lymphgefäß besitzen". Beiderlei Stäbe, von denen SCHNEIDER die ersteren als „dicke", die letzteren als „dünne" bezeichnet, verhalten sich nach ihm ungleich hinsichtlich der sie durchziehenden Hohlräume. Die dünnen Stäbe schließen nur einen Kanal ein, die dickeren Stäbe zwei Kanäle. Die beiden Längskanäle stehen miteinander in Verbindung. Wo die Querstäbe den dicken aufsitzen, sind sie etwas verbreitert. An diesen Ansatzpunkten öffnet sich nun der äußere Kanal des dicken Stabes und setzt sich in einen Kanal fort, welcher längs des Querstabes verläuft und in den Längskanal des dünnen Stabes mündet.

ROHON *82* widerspricht SCHNEIDER, indem er behauptet, es gebe keinen Unterschied zwischen dicken und dünnen Stäben, sondern alle seien gleichmäßig dick, und ein Kanalisationssystem innerhalb der Kiemenstäbe sei nicht vorhanden, vielmehr seien alle die bislang als einfach geschilderten Längsstäbe eigentlich aus je zwei Stücken zusammengesetzt.

RAY LANKESTER (*89*, p. 365) bezeichnet diejenigen Kiemenbogen, welche gegabelte Stäbe enthalten, als „primary bars", die zwischenliegenden mit ungeteilten Stäben, als „tongue bars". Im primären Bogen findet er folgende Hohlräume: 1. einen Cölomkanal, zwischen dem Chitinstabe und dem atrialen Epithel gelegen, von einem Epithel ausgekleidet und einerseits mit dem pharyngo-dorsalen Cölom, andererseits mit dem des Endostyls kommunizierend; 2. ein Blutgefäß, verlaufend längs des inneren (pharyngealen) Randes des Chitinstabes; 3. inkonstante Spalten und Lücken in letzterem. Der „Zungenbalken" verhält sich bezüglich des Blutgefäßes genau wie der primäre, dagegen ist der Cölomkanal eingeschlossen in den Chitinstab. Die Chitinstäbe der primären und der Zungenbalken unterscheiden sich demgemäß: erstere sind durch Verschmelzung zweier entstanden, letztere von Natur einfach und hohl (p. 382 bis 385). Zur Darstellung ROHONS, dessen Arbeit ihm entgangen zu sein scheint, nimmt Lankester nicht Stellung; dagegen bestätigt er die Angabe SCHNEIDERS bezüglich der Ungleichheit der Stäbe, während er mit diesem wiederum hinsichtlich der Deutung der von denselben umschlossenen, resp. ihnen angelagerten Hohlräume uneinig ist. Dies gilt namentlich von der Auffassung des im Stabe des Zungenbalkens gelegenen Kanals, den SCHNEIDER als ein Blutgefäß, LANKESTER als einen Cölomkanal angesehen wissen will. Letztere Ansicht stützt sich auf den angeblich gelungenen Nachweis des Zusammenhanges mit einem unzweifelhaften Teile des Cöloms, nämlich mit dem Cölom des Endostyls.

SPENGEL kommt zum Resultat: Ein Cölomkanal ist nur in den primären Kiemenbogen vorhanden. Er verläuft an der Außenseite des-

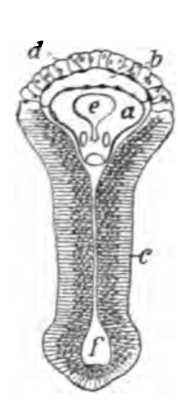
selben und steht einerseits mit dem Cölom des Endostyls, andererseits mit dem dorsalen, subchordalen Cölom in offenem Zusammenhange. Von der Endostylarterie oder dem Herzen begibt sich zu jedem primären Kiemenbogen ein Hauptgefäß. Dasselbe zieht anfangs in einer Rinne an der Außenseite des Skelettstabes hin, gelangt aber bald zwischen das Cölomepithel und das atriale Epithel und verläuft in dieser Lage an der hinteren Seite des Kiemenbogens bis nahe an das obere Ende desselben, wo es in ein an der Außenfläche des Ligamentum denticulatum verlaufendes Längsgefäß mündet. — Das Hauptgefäß des Zungenbalkens ist fast in seiner ganzen Länge in den Skelettstab desselben eingeschlossen. An der ventralen Seite steht es nicht in direkter Verbindung mit der Endostylarterie. Nahe dem oberen Ende des Skelettstabes tritt es nach außen aus diesem hervor und mündet gleichfalls in das Längsgefäß des Ligamentum denticulatum. — Die Hauptgefäße der primären Kiemenbogen und der Zungenbalken stehen untereinander in Verbindung durch Gefäße der Synaptikel, welche zwischen der Skelettachse und dem Epithel dieser verlaufen. — Ferner enthalten sowohl die primären Kiemenbogen als auch die Zungenbalken je ein Nebengefäß, das längs ihres inneren (pharyngealen) Randes unmittelbar unter dem Epithel gelagert ist. Dasjenige der primären Bogen kommuniziert mit Längsgefäßen, welche unter dem Hypobranchialepithel verlaufen und ihr Blut aus der Endostylarterie erhalten. Dasjenige der Zungenbalken steht am ventralen Ende dieser mit dem Hauptgefäß in Verbindung. In den Winkeln zwischen den oberen Arkaden der Skelettstäbe gehen Haupt- und Nebengefäße (bezw. die erstere verbindenden Längsgefäße) bogenförmig ineinander über, und aus diesen transversalen Gefäßbogen entspringen kurze „abführende Arterien", welche das Blut in die zu den Seiten der Epibranchialrinne gelegenen Aorten (Aortenbogen) führen. / (SPENGEL *91.*)

/ Die Epitheldicke des Stabes (bar) ist überall nur eine Zelldicke. Die Anordnung der Zellen am pharyngealen Ende des Stabes ist bestimmter als bisher angenommen wurde; die zentrale Gruppe zeigt, gegen LANKESTERs Meinung zwei Reihen von Kernen, und führt ein Bündel langer Cilien; die laterale Gruppe führt nur kurze Cilien. Die Kerne an den Seiten der Stäbe sind oval und nicht rund und die unterste Reihe hat nichts mit der Septalmembran zu tun. Es finden sich drei Blutgefäße in der Zunge, das viscerale Gefäß des Pharyngealendes des Stabes, das somatische Gefäß in dem Spitzeneinschnitt des Stabes und das Skelettgefäß im Innern des Stabes; letztere zwei anastomosieren hier und da. Die Höhle des Stabes ist Cölom, von platten Zellen ausgekleidet und enthält das Skelettblutgefäß. Die äußere Wand dieses Cöloms ist homolog mit der Extracölomhaut (SPENGELs Basalmembran) des primären Stabes. Die Septalmembran des Stabes ist mesoblastisch. / (BENHAM *94.*)

In VOGT und YUNG *94* endlich wurde durch JAQUET die neueste umfassende (auch makroskopische) Darstellung des Atmungsapparates vom Amphioxus gegeben.

/ Der Kiemenkorb erstreckt sich vom Ringmuskel bis zur Abgangsstelle des Blinddarmes durch die Mitte der Leibeshöhle in Gestalt eines von beiden Seiten her stark durch den Blinddarm und die Geschlechtsorgane zusammengedrückten Rohres, das oben an der Ventralfläche der Chorda aufgehängt ist. Der ganzen Länge nach verlaufen zwei Rinnen, eine obere, die Epibranchialrinne, und eine untere, die Hypobranchialrinne. Schon mit bloßem Auge sieht man schiefe, von oben und vorn

nach hinten und unten gerichtete Linien als Ausdruck kleiner, mit Epithelien ausgekleideter Knorpelstäbe, die durch kleine Querleisten miteinander verbunden sind. Sie bilden das Gerüst des Korbes und lassen zwischen sich eine bestimmte Anzahl von Spalten, durch welche das vom Munde her eingedrungene Wasser in die Peribranchialhöhle abläuft, um sodann durch den Abdominalporus entleert zu werden. Der vorderste Abschnitt des Korbes zeigt keine Kiemenspalten, sondern eine lückenlose Wand, welche die Stäbchen umhüllt. Die Muskulatur des Kiemenkorbes von Amphioxus lanceolatus beschreibt JAQUET in VOGT und YUNG (*94*), p. 367 eingehend. Das den medianen Teil der Chordascheide auskleidende, aus kleinen Zylinderzellen bestehende Epithel löst sich im Bogen ab, um die Innenfläche des Kiemenkorbes zu überziehen. Dabei werden die Zellen sehr hoch und dickwandig: sie ruhen dann auf einer Schicht, in welcher man von oben nach unten verlaufende Fasern unterscheiden kann, und diese Schicht ist wieder gegen die Peribranchialhöhle hin mit einer dünnen Haut überzogen, die sehr abgeplattete Kerne enthält. Die Faserschicht erstreckt sich über die ganze Länge des Kiemenkorbes und bildet seine Grundlage. Die sie auskleidenden Zylinderzellen sind nicht überall gleich hoch, so daß sie wellige Erhöhungen und Täler bilden.



Der Querschnitt eines Kiemenstäbchens (s. Fig. 3) zeigt die Form eines Dreieckes, dessen Basis nach außen schaut, während die gegenüberliegende stumpfe Spitze etwas erweitert ist. In der Mitte des Stäbchens findet sich ein Hohlraum, welcher die Form des Stäbchens

Fig. 3. **Querschnitt eines Kiemenbogens von Amphioxus lanceolatus.** VERICK, Ok. 1, Obj. 6, *a* Skelet; *b* Blutkanal; *c* Epithelium der Seiten; *d* äußeres Epithelium; *e* innerer Spalt; *f* Fortsetzung des Blutkanales *b*. (Nach VOGT und YUNG *94*.)

wiederholt; an diesen Hohlraum legt sich das Blutgefäß an. Die Epithelialbekleidung eines jeden Bogens läßt sich in zwei Abteilungen scheiden: eine äußere, aus durchsichtigen, kubischen Zellen bestehend, deren Kerne regellos verteilt sind, und eine innere, welche die Seiten und die Innenfläche des Stäbchens überzieht, die Zellen der letzteren sind sehr lang, tragen Wimpern und zeigen an ihrer Basis mehrere Reihen runder Kerne.

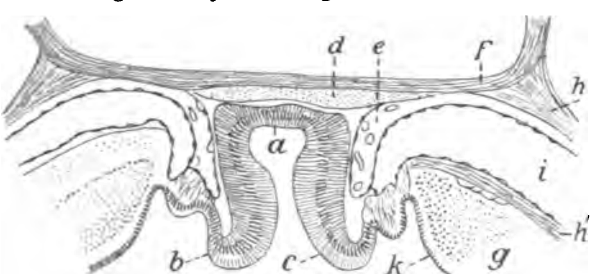


Fig. 4. **Kiemenkorb von Amphioxus lanceolatus.** Querschnitt durch den Rückenteil des Kiemenkorbes. VERICK, Ok. 3, Obj. 2. *a* Rückenwand der Epibranchialrinne; *b*, *c* Seitenwände derselben; *d* Gewebe zwischen Rinne und Chordascheibe; *e* Schutzlamelle der Rinne; *f* Chordascheide; *g* dorsaler Teil des Kiemenkorbes; *h* Costallamelle; *i* Epibranchialtasche. (Nach VOGT und YUNG *94*.)

Die Epibranchialrinne ist an ihrer Rückenwand mit langen cylindrischen Wimperzellen ausgekleidet, die in der Mitte am kürzesten sind (s. Fig. 4).

In den Seitenwänden werden diese Zellen außerordentlich dick und lang. Von außen sind die Seitenwände mit einer strukturlosen Lamelle überzogen, in der man nur hier und da rundliche oder ovale Lücken sieht. Die ganze Außenseite der Rinne ist von einer dünnen Membran mit deutlichen Kernen überzogen, die nach unten hin plötzlich endet, indem sie sich mit der Oberwand des Kiemenkorbes verbindet. Nach oben hin legt sich die Membran an die Chordascheide an und verschmilzt mit der Kostallamelle derselben. Die unteren Ränder der Rinnenwände krümmen sich etwas nach oben zurück, die Zellen nehmen hier nach und nach an Größe ab uud gehen in diejenigen des Kiemenkorbes über.

Die Hypobranchialrinne besitzt außer den unteren Enden der knorpeligen Kiemenbogen, welche die Rinne stützen, noch ihr besonderes Skelett in einer knorpeligen, auf den unteren Enden der Kiemenbogen aufliegenden Hohlkehle. Auf der Hohlkehle sitzt ein Epithelium (s. Fig. 5), das aus zweierlei Arten von Zellen gebildet ist. Man findet nämlich vier Längsstreifen unter sich gleicher Zellen, welche durch fünf anders gebildete Streifen getrennt werden, von welchen die beiden äußersten in das allgemeine Epithel des Kiemenkorbes übergehen. Die die vier Längsstreifen zusammensetzenden Zylinderzellen sind sehr lang, ihre freien Enden ragen voneinander gesondert in den Raum der Rinne hinein. Die Zellen der dazwischen verlaufenden Streifen sind sehr verschieden und gleichen durchaus den Epithelzellen der Epibranchialrinne: sie sind in der Mitte der Streifen länger an den Rändern, besitzen ebenfalls mehrere Reihen von Kernen am Grunde, tragen aber auf ihrem freien Ende lange Wimpern. (Vogt und Yung *94*, p. 366 ff.)

Fig. 5. **Kiemenkorb von Amphioxus lanceolatus.** Querschnitt durch den Bauchteil des Kiemenkorbes. Verick, Ok. 3, Obj. 2. *a* Skelet der Hypobranchialrinne; *b* Zonen langer Zellen; *c* Zonen von Wimperzellen; *d* Kiemenbogen; *e* Wimpern der Zellenzone *c*; *f* Blutgefäß; *g* Nerv; *h* Hüllmembran des Skelettstückes der Rinne; *i* Wand des Kiemenkorbes; *k* Peribranchialraum. (Nach Vogt und Yung *94*.)

Was das Tatsächliche betrifft, so hat Joseph der von Spengel *91* und Benham *94* gegebenen Schilderung des Kiemenskelettes des Amphioxus nichts hinzuzufügen. In der Deutung der Befunde unterscheidet sich jedoch Joseph von der Ansicht Spengels darin, daß nach der Ansicht Josephs die Bindesubstanz der Kiemenbogen von der der Haut oder des Achsenskelettes sich dadurch unterscheidet, daß sie in ihrer Entstehung nicht auf das Epithel des von den Urwirbeln stammenden Cutisblattes oder Dermalblattes, beziehungsweise Sklerablattes, sondern auf das Epithel des Cöloms, also auf das Splanchnocöl zurückzuführen und dem splanchnischen Bindegewebe zuzurechnen ist. In bezug auf die Kiemenstäbe erscheint die Analogie mit dem Knorpel in den Kiemenbögen der Kranioten als unzweifelhaft. (Joseph *00*.)

Kurz und treffend skizziert endlich Gegenbaur *01* die Verhältnisse in folgender Weise: Beim Amphioxus ist die bedeutend lange

Kiemendarmhöhle, welche von einem Peribranchialraum umgeben wird, an ihren seitlichen Wandungen von einer großen Anzahl (bis 100) Spalten durchbrochen, welche schräg von vorn und oben nach hinten und unten gerichtet sind. Für die Beurteilung der Spalten ist die Rücksichtnahme auf Skeletteile geboten, welche, aus Cuticularbildungen hervorgegangen, ein ziemlich kompliziertes Stützwerk vorstellen. Gabelstäbchen zeichnen die primären Kiemenbogen aus, während die von diesen begrenzte primäre Kiemenspalte durch einen zungenförmig von oben herabgetretenen Balken, in welchem das einfach endigende Stäbchen sich findet, wieder der Reihe nach geteilt wird (sekundäre Kiemenspalten). Eine neue Teilung dieser langen Spalten erfolgt der Quere nach. Je einer primären Kiemenspalte zugeteilte quere Spangen, gleichfalls durch Skeletteile gefestigt, überbrücken die Spalten in ziemlich regelmäßigen Abständen und wandeln das Ganze zu einem fester gefügten Gitterwerk um. In den Balken des letzteren sind blutführende Räume verteilt; die primären Kiemenbogen enthalten zudem noch Cölomreste. Folgen wir der Ontogenese, um zu erfahren, was bei dieser Einrichtung als Einheit zu betrachten ist, so sehen wir da die einfachen, weil noch ungeteilten Spalten als Anfänge der ganzen Einrichtung. Diese primären Spalten sind es also, von denen wir auszugehen haben, und zwar um so mehr, als wir solche auch überall bei den Kranioten in den niedersten Stadien derselben antreffen. Die Anordnung der beiderseitigen Kiemengitter ist beim Amphioxus aus der Symmetrie getreten, und in der Medianlinie oben wie unten findet ein Alternieren statt. Das die Kiemenbogen und Spangen überkleidende Epithel, innen und an den Spalten vom Entoderm gebildet, besteht aus Geißeln tragenden Zylinderzellen. Außen gegen den Peribranchialraum wird es von Ektoderm gebildet und besitzt niedere Elemente. / (Gegenbaur *01*.)

Hinsichtlich der Entwicklung des Kiemendarmes des Amphioxus verweise ich schließlich auf Göppert *02*, p. 2 ff.

Kiemen der Fische und Amphibien.

Atemmechanismus.

/ Was Kiemen sind, hat Rauber *97* mit folgenden Worten definiert: „Kiemen sind zarte, mit reicher Gefäßausbreitung versehene, die Oberfläche vergrößernde Auswüchse der Haut oder Schleimhaut mannigfacher Form. Sie sitzen entweder frei dem Körper auf oder sind in innere Räume, Kiemenhöhlen, eingeschlossen, welche mit der Außenwelt in Verbindung stehen.“ / (Rauber *97*.)

Daß Kiemen in Funktion treten können, ermöglichen besondere Einrichtungen, welche für geeignete Wasserströmung sorgen. Dabei ist denkbar, daß die Kiemen aktiv (durch Bewegung der Kiemen selbst) oder passiv (durch Bewegung des kiementragenden Tieres im Wasser) diese Wasserströmung erzeugen, oder aber es wird letztere durch besondere Organe (Pumpwirkung) oder durch Flimmerbewegung hervorgerufen.

Diese Einrichtungen konnten daher größtenteils schon makroskopisch mit Erfolg untersucht werden und das betreffende Kapitel der vergleichenden Physiologie ist mehrfach bearbeitet. Hinsichtlich der älteren Literatur über den Atemmechanismus der Fische verweise ich auf Milne Edwards *57*, Bd. II, p. 250 ff. und aus neuerer Zeit gebe ich die Resultate von Couvreur und Dahlgren wieder.

/ Der Atmungsmechanismus der Fische ist bisher nur genauer bei den Teleostiern untersucht worden, welche eine einheitliche und mit einem Operculum versehene Kiemenhöhle besitzen. Man weiß, daß bei diesen Tieren das Wasser während der Einatmung in die Kiemenhöhle durch den dann offenen Mund und durch die Operkularspalte bei ausgebreiteten Kiemen eindringt und dann bei der Exspiration durch die Operkularspalte austritt (Bert, Paul, Physiologie comparée de la respiration. Paris 1870, p. 222 ff.). Für Selachier und Cyklostomen, deren Atmungsapparat einen ganz verschiedenen Bau zeigt, gaben die Untersuchungen von Bert, Duméril und Duvernoy nur ungenügende Auskunft. Couvreur (98) hat nun die Frage bei Petromyzon fluviatilis (auch Ammocoetes) untersucht und kommt zum Resultat, daß bei der Inspiration das Wasser in die Kiemenhöhle zugleich durch die Spiracula und die Oscula eindringt, bei der Exspiration allein durch die Spiracula austritt. / (Couvreur *97.*)

/ In einer späteren Arbeit kommt Couvreur zum Resultat, daß bei Torpedo der Eintritt des Wassers in die Kiemensäcke sich durch drei Arten von Öffnungen vollziehen kann. Der Austritt vollzieht sich stets ausschließlich durch die zusammengezogenen Kiemenmündungen, was eine momentane Kompression des Wassers herbeiführt, deren Nutzen Couvreur anderwärts (Compt. rend. soc. biol. 1889) beleuchtet hat. / (Couvreur *02.*)

/ Nach Dahlgren vollzieht sich der Atmungsmechanismus bei Teleostiern folgendermaßen: Unter Abhebung des Operkularapparates und gleichzeitiger entgegengesetzter Bewegung der Branchiostegalmembran geschieht die Erweiterung der Mundhöhle, wobei die Maxillar- und Mandibularklappen wie die Flügel einer Klapptüre durch den Wasserstrom auseinandergehen (Inspiration).

Dann kommt es unter Zusammenziehung des Operkularapparates zur Verengerung der Mundhöhle, das nach vorne regurgitierende Wasser schließt die Maxillar- und Mandibularklappe und strömt durch die gleichzeitig sich abhebende Branchiostegalmembran, die also gleichfalls klappenartig funktioniert, ab (Abb. siehe bei Dahlgren und Wiedersheim *02*, p. 396).

Die Maxillarklappe hängt als querstehende, aus elastischen und zahlreichen glatten Muskelelementen sich aufbauende Schleimhautfalte vom Dache der Mundhöhle herab, die histologisch gleichgebaute Mandibularklappe erhebt sich vom Boden der Mundhöhle.

Der Mechanismus der Maxillo-Mandibular- und Branchiostegalklappen entspricht ganz demjenigen der Herzklappen. Der Wasserstrom steht also unter der Herrschaft der wie eine Pumpe gebauten und funktionierenden Mundhöhle. / (Dahlgren *98*, zit. nach dem Referat von Wiedersheim *02*, p. 397.)

Bau der Kiemen.

Über den Bau der Kiemen bringen die älteren Arbeiten nur makroskopische Angaben. Bald aber gab der Versuch, die Anordnung der Blutgefäße in den Kiemen, namentlich an Injektionspräparaten zu erforschen, die Veranlassung, zum Mikroskop zu greifen, was dann allmählich den feineren Bau erkennen ließ und damit ein Verständnis des zunächst so kompliziert erscheinenden Kiemenbaues anbahnte. Die Mehrzahl der grundlegenden Arbeiten beschränkte sich auf bestimmte Fischgruppen (z. B. Dröscher, Selachier, Riess, Teleostier), so daß von deren Ergeb-

nissen erst unten bei Besprechung der einzelnen Tiergruppen wird die Rede sein können. Zunächst seien jene Arbeiten erwähnt, welche den Bau der Kiemen im allgemeinen, besonders bei den Fischen, schildern. In erster Linie handelt es sich dabei um die inneren Kiemen, während die sog. äußeren Kiemen unten gesondert besprochen werden.

Von älteren Werken über die makroskopische vergleichende Anatomie der Kiemen und Kiemenhöhle der Fische nenne ich CUVIER *10* und *37*, J. F. MECKEL *33*, p. 85 ff., CARUS *34*, p. 574 ff. LEREBOULLET *38* gibt ein eigenes Literaturverzeichnis über die Kiemen der Amphibien und Fische und beschreibt dieselben eingehend makroskopisch. Er hat auch die Kiemenhaut untersucht und ihre Fläche berechnet. Weiter ist zu verweisen auf die Werke von STANNIUS in SIEBOLD und STANNIUS *54*, p. 206 ff., MILNE EDWARDS *57*, Bd. II, p. 232 ff., OWEN *66*, Bd. I, p. 475 ff., NUHN *78*, p. 103 ff., GEGENBAUR *01* und WIEDERSHEIM *02*.

Für genauere, die Blutgefäße der Fischkiemen untersuchende Arbeiten, gab die vorzügliche Abhandlung von JOH. MÜLLER *39a*, p. 192 ff. den Ausgangspunkt.

/ Neben JOH. MÜLLER *39a* hat HYRTL (Beobachtungen aus dem Gebiete der vergleichenden Gefäßlehre: II. Über den Bau der Kiemen der Fische. Med. Jahrbücher des österr. Staates, Bd. XXIV, 1838) den Verlauf des Blutes durch den ganzen Kiemenapparat dargestellt. Das Kapillarnetz der Kiemenblätter ist außer diesen Forschern von DÖLLINGER (Über die Verteilung des Blutes in den Kiemen der Fische. Abh. der Königl. Bayr. Akad. der Wiss., Bd. II, [1831—36], 1837), FISCHER (Über die außerordentlich feine Verteilung der Blutgefäße in den Kiemen der Fische. Leipzig, Naturhistor. Fragmente, Bd. I, 1801), ROSENTHAL *29* beschrieben und abgebildet worden. Eine Beschreibung des Skeletts der Kiemenblätter enthält die schon erwähnte Arbeit von DÖLLINGER und die oben genannte Abhandlung über den Kiemenapparat von LEREBOULLET *38*. Die Muskulatur der Kiemenblätter hat DUVERNOY (Du mécanisme de la respiration dans les poissons. Annales des sciences naturelles 1839) behandelt. Bei JOH. MÜLLER ist auch das nutritive Gefäßsystem berücksichtigt, welches von FOHMANN als Lymphgefäßsystem aufgefaßt wird. / (RIESS *81*.)

/ ALESSANDRINI untersuchte die Kiemen verschiedener Knorpelfische mikroskopisch und beschreibt und bildet ab den Gefäßverlauf und das Kapillarnetz in den Kiemen nach Injektionspräparaten. / (ALESSANDRINI *40*.)

/ Die eigentlichen Respirationsorgane der Fische bestehen aus gefäßreichen, häutigen Teilen (Kiemenblättchen), welche gewöhnlich mittelbar am Kiemenbogen befestigt sind. Ein verschiedenartig eingerichteter Apparat beweglicher Teile hat den Zweck, dem Wasser Zutritt und Abfluß zu und von der Höhle oder den Höhlen, in welchen die Respirationsorgane eingeschlossen sind, zu verschaffen. Über Form und makroskopischen Bau der Respirationsorgane der Fische vergl. STANNIUS *46*, p. 111 ff.

Alle Kiemenbogen sind von einer Fortsetzung der Schleimhaut der Rachenhöhle bekleidet. Der der Rachenhöhle zugekehrte konkave Rand derselben ist mit mannigfach gestalteten, zum Teil derben Fortsätzen: Stacheln, Tuberkeln, Platten u. s. w. besetzt. / (STANNIUS *46*, p. 111 ff.)

/ Das respiratorische Gefäßnetz findet sich in den Kiemenblättchen, welche aber außer den respiratorischen Gefäßen eigene ernährende Gefäße erhalten. Die Kiemenblättchen sind bei den höheren Knorpelfischen und bei den Knochenfischen in zwei parallelen Reihen an jedem Kiemenbogen so gestellt, daß sie die Rinne seines konvexen Randes in einen

Kanal verwandeln. Kleine Muskelbündel (von Alessandrini und Duvernoy beschrieben), welche zwischen den beiden Reihen der Kiemenblättchen an deren Basis liegen, ziehen sie aneinander. — Bei den meisten Knochenfischen trägt also jeder der vier Kiemenbogen zwei Reihen von Kiemenblättchen, so daß sie gewöhnlich vier ganze Kiemen besitzen. Von dieser Regel kommen mannigfache Ausnahmen vor, von denen die häufigste die ist, daß der letzte Kiemenbogen nur eine Blätterreihe trägt. Die Kiemenblättchen selbst sind gewöhnlich länglich, platt, lanzettförmig oder sichelförmig; sie besitzen meist äußerst zahlreiche feine Querfalten (Hyrtl zählte bei Salmo hucho an den längsten Kiemenblättchen 800 bis 1000 solcher Falten, bei Acipenser huso 1400 bis 1600). Bei den Lophobranchii sitzt auf der verdünnten kurzen Basis der Kiemenblätter ein erweitertes Ende, woraus ihre keulenförmige Gestalt resultiert.

Jedes häutige Kiemenblättchen besitzt einen bald knorpeligen, bald knöchernen Strahl (knorpelig z. B. bei Perca, Cottus, Trigla, Cyclopterus; ossifiziert bei Salmo, Alosa u. a.) dessen Basis dem Rande des Kiemenbogens, seitlich von der Furche aufsitzt./ (Stannius *46*, p. 114 f.)

/Bei Stören und Knochenfischen finden sich an der hinteren Wand der Kiemenhöhle gewöhnlich zahlreiche Schleim absondernde Drüsen (Folliculi branchiales)./ (Stannius *46*.)

/Von Carus in der Schleimhaut der Kiemenhöhle beschriebene Schleimdrüsen beruhen auf einem Irrtum, Leydig wurde kein Fisch bekannt, dessen die Kiemenspalten auskleidende Haut mit Drüsen ausgestattet wäre./ (Leydig *57*, p. 383.)

/Quekett behandelt bei verschiedenen Fischgruppen den Bau der Kiemen und deren Gliederung in Blätter, sowie deren Form unter Beigabe von Abbildungen von verschiedenen Fischen nach injizierten Präparaten. Unter allen untersuchten Fischen, deren Blutkapillargefäße der Kiemen untersucht wurden, hatte der Aal die kleinsten Gefäße. Bei den Rochen und der Lamprete sind die Kapillaren bedeutend größer./ (Quekett *52*.)

/Die inneren Kiemen der Fische sind, was die Haut betrifft, welche das respiratorische Gefäßnetz trägt, wesentlich Verlängerungen der Rachenschleimhaut, das Epithel ist daher auch ein flimmerloses, mit einziger Ausnahme des Amphioxus (siehe dort), dessen Kiemenschlauch, wie Joh. Müller sah, wimpert. Als festere Grundlage der Kiemenblättchen fungieren knorpelige oder knöcherne Strahlen, wobei der Knorpel in der Achse fast lediglich aus rundlichen Zellen besteht (Gobius fluviatilis, Leuciscus dobula, Acerina cernua, Esox lucius), was ebenso wiederkehrt in den Knorpelstrahlen der Nebenkiemen. An der Peripherie nimmt die Grundsubstanz sehr zu und die Zellen sind spindelförmig. Kleine quergestreifte Muskeln, an der Basis der Kiemenblättchen liegend, ziehen sie aneinander.

Die am konkaven Rand der Kiemenbogen befindlichen stachelartigen Auswüchse, welche die Autoren irrtümlich zu den Hornbildungen stellten, haben beim Saibling (Salmo salvelinus) z. B. eine knöcherne Grundlage von schwammiger Beschaffenheit und gehen in sekundäre Zähnchen aus. Es fehlen auch nicht kurze Papillen mit den becherförmigen Organen./ (Leydig *57*, p. 382 f.)

/Auf der Oberfläche der Blättchen der Fischkiemen besteht das Epithel aus einer einzigen Schicht, welche sich unmittelbar an die Ausdehnung des Wundernetzes hält. Die Epithelschicht wird durch eine Grenzmembran getragen. Im Innern der Epithelzellen findet sich ein Kern und wenige durchsichtige Körnchen. Cilien finden sich nicht./ (Williams *59*.)

WILLIAMS *59*, p. 287 ff., gibt eine eingehende Beschreibung des Blutgefäßsystems und der Knorpel oder des Stützsystems der Kiemen der Fische.

/ WATERS bestätigt die Annahme WILLIAMS vom Vorkommen eines Epithels für die Kiemen der Fische. / (WATERS *60*).

/ Die wasseratmenden Kiemen der Wirbeltiere tragen ein vollständiges Epithel. Bei dem Aale besteht dies aus kleinen Zellen mit Kern und feinkörnigem Inhalt und die Blutgefäße verlaufen so, daß die Kerne der Zellen fast immer in ihre Maschen zu liegen kommen. Ist hier im ganzen eine gewisse Ähnlichkeit mit den Salamandrinen, so geht diese doch nur auf die Anordnung der zelligen Elemente selbst, in der feineren Struktur dieser ist dagegen eine Verschiedenheit leicht erkennbar. Denn dort sind die Epithelien, die außer den noch übrig gebliebenen Zellkernen keinen weiteren Inhalt zeigen, zu einer einfachen strukturlosen Membran verschmolzen, hier dagegen sind die Epithelien getrennt und enthalten einen feinkörnigen Inhalt. / (EBERTH *63*.)

/ Die Kiemenkapillaren der Fische bilden ein Netzwerk in einer Schicht, getragen durch eine elastische Platte und bedeckt von einem kubischen und nicht flimmernden Epithel. Diese Decke und die Kapillarwände sind so dünn, daß sie den Gasaustausch gestatten. / (OWEN *66/68*.)

/ Über den Atmungsapparat der Fische vergleiche ferner die Darstellung von MOREAU *81*, p. 160 ff. (Physiologie und makroskopische Anatomie). MOREAU beschreibt den Hyoidapparat, die Kiemen und akzessorischen Kiemen und die transitorischen Kiemenorgane der Selachierföten. / (MOREAU *81*.)

/ RIESS hat folgende Fische untersucht: Esox lucius, Perca fluviatilis, Leuciscus rutilus, Cyprinus carpio und auratus, Cobitis fossilis, Salmo salar, Hippocampus (seine Resultate siehe unter Teleostierkieme). / (RIESS *81*.)

/ Die Kiemen wasseratmender Vertebraten, selbst der in eisenreichen Wässern gehaltenen oder lebenden, zeigen wenig Neigung zur Eisenablagerung (wohl aber bei Evertebraten). Bei Proteus waren nur die skelettogenen Grundlagen, die Kiemenbögen, getroffen und ähnlich bei Fischen Schlundzähne und Kiemenstacheln. Nur ein Fall einer partiellen Eisenablagerung im Kern, im Schleimschichtepithel der Kiemenläppchen konnte bei Petromyzon konstatiert werden. / (R. SCHNEIDER *88*.)

/ Ein ganz plattes Epithel hat CLEMENS nirgends bei einer für die Wasseratmung bestimmten Kieme gefunden. Er glaubt dafür den Grund darin suchen zu müssen, daß das Epithel eines solchen Atmungsorganes gerade im Interesse der Existenz des Organs an den allgemeinen Schutzfunktionen des Ektoderms teilnehmen muß. / (CLEMENS *94*.)

Über den **feineren Bau der Fischkiemen**, besonders der eigentlichen respiratorischen Abschnitte derselben, erhalten wir (außer einigen im vorausgehenden aufgezählten das Epithel betreffenden Notizen) in den älteren Werken über mikroskopische Anatomie und in den älteren Spezialwerken über Fischkiemen keinen Aufschluß. LEYDIG in seinem Lehrbuche der Histologie erwähnt wohl, der zellige Überzug bestehe aus Pflasterepithel, über das genauere Verhalten der Bluträume zu diesem Pflasterepithel schweigt er. Dies ist um so merkwürdiger, da das entsprechende Verhalten bei Wirbellosen von LEYDIG in seinem Lehrbuche (p. 385, Anm.) ziemlich klar geschildert wird. Auch in STRICKERS Handbuch der Lehre von den Geweben konnte ich einen Abschnitt über Fischkiemen nicht finden. Wohl aber enthält das STRICKERsche Werk F. E. SCHULZES berühmte Darstellung (Fig. 136 auf p. 484) des optischen

Durchschnittes einer Alveolenwand von Rana esculenta. Diese Figur ist von fast allen Nachuntersuchern als im allgemeinen richtig erkannt worden, ja man hat sich dazu verstanden, dieselbe als allgemeingültig, gewissermaßen als „Schema des Baues der Wirbeltierlunge" aufzufassen. Mancher nun, der, nach dem Baue der Fischkieme suchend, auf das erwähnte Bild gestoßen ist, mag wohl auf den Gedanken gekommen sein, daß dieses Schema am Ende auch auf die Fischkiemenlamelle passen werde, mit der geringen Modifikation, daß dieselbe nicht nur von einer, sondern von beiden Seiten von dem Atmungsgas führenden Medium also in diesem Falle von Wasser bespült werde. Immerhin erkannte, um nur eine Anschauung aus der unten figurierenden älteren Literatur herauszugreifen, schon DRÖSCHER *82*, daß bei den Plagiostomen (siehe unten) das respiratorische Epithel aus einer einzigen Lage größerer polyedrischer Zellen bestehe, welche einer Basalmembran aufliegen, die das Kiemenkapillarnetz direkt bedeckt. Der ganze Raum zwischen den beiden Basalmembranen der beiden Seiten wird von dem Kapillarnetz eingenommen. Der Zwischenraum zwischen den einzelnen Kapillaren wird von homogenem Bindegewebe eingenommen, das sehr deutlich ellipsoidische Kerne mit Kernkörperchen zeigt.

Dieser und ähnlichen Darstellungen gegenüber bringen die jüngsten Untersuchungen namentlich was das Verhalten der Kapillaren und des Bindegewebes betrifft, wesentlich Neues.

Die Untersuchungen des letzten Jahrzehntes haben klargelegt, daß die respiratorischen Einheiten der Fischkiemenlamelle nicht nach dem Schema der Wirbeltierlunge gebaut ist, ja nicht einmal nach dem Schema der der Wirbeltierlunge immer noch etwas ähnlicheren Amphibienkieme.

Dieser Befund wurde übereinstimmend von BIÉTRIX *95 b* (siehe dort die früheren Arbeiten dieses Autors), GIACOMINI *00 a und b*, MARIANNE PLEHN *01*, FAUSSEK *02* gemacht. Diese Autoren fanden, daß das Blut in der Fischkiemenlamelle nicht in eigentlichen Kapillaren fließt, wie wir sie sonst im Wirbeltierkörper zu sehen gewohnt sind, sondern in Räumen gebildet von eigentümlichen Zellen (sog. Pilasterzellen, BIÉTRIX), welche in ihrer Form gar keine Ähnlichkeit mit den Endothelzellen gewöhnlicher Blutkapillaren zeigen; allerdings stimmen beide in ihrer Abkunft vom Mesenchym überein. Hören wir nun die verschiedenen Autoren, welche dieses Verhalten zur Darstellung gebracht haben.

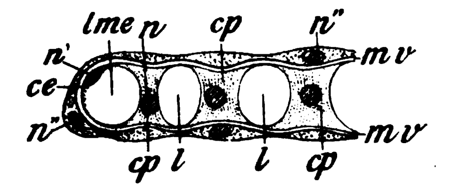


Fig. 6. **Kieme von Cottus.** Querschnitt zur Oberfläche einer Kiemenlamelle, aus der Gegend des freien Randes. *cp* gestreifte Zellen; *n* ihre Kerne; *l* lakunäre Kanäle; *ce* platte Endothelzelle, geschnitten in der Höhe ihres Kernes *n'*; *lme* äußere Randlakune; *mv* Lamina vitrea; *n"* Kerne der Deckzellen. (Nach BIÉTRIX *95 b*.)

/BIÉTRIX kommt zu folgenden Schlüssen: Die Kiemenatmung vollzieht sich bei Knochenfischen (und Selachiern), in einem System von Lakunen und nicht von Gefäßkapillaren. Diese Anordnung ist analog derjenigen, welche sich in den Atmungsorganen gewisser Wirbellosen findet: sie entfernt sich vom Gefäßtypus derselben Organe, welcher bei den höheren Wirbeltieren besteht.

Das Element, welches dieses Kiemennetz bildet, ist eine Zelle von eigentümlichem Charakter, eine Pilasterzelle (cellule en pilastre) (siehe Fig. 6 *cp*). Der Körper, welcher einen Kern einschließt, wird von granu-

liertem Cytoplasma gebildet, er ist an seiner Oberfläche mit protoplasmatischen Längsstreifen versehen und taucht vertikal in die respiratorische Blutfläche, welche er durchsetzt; seine Basen erstrecken sich als mehr homogene Platten, gelötet an die der benachbarten Zellen, und eine kontinuierliche Membrana vitrea verdoppelt sie außen. Dieser protoplasmatische Pfeiler ist durch feine hyaline Züge (colonettes) verstärkt, welche direkt die zwei Blätter der Limitans verbinden.

Membrana vitrea und „colonettes" erscheinen als exogene Differenzierungen des Cytoplasmas. Sie sind identisch durch ihre Eigentümlichkeiten.

Die Pfeilerzellen haben die Bedeutung von endothelialen Zellen, welche ihrer gewöhnlichen Rolle von Bekleidungszellen diejenige von Stützelementen beigefügt haben.

Die Kiemenlamellen bilden sich durch Proliferation und Faltenbildung der Epithelialzellen, welche die Kiemenlamellen außen bekleiden und durch Einwanderung von Mesenchymelementen ins Innere der Falte: diese nehmen bald die Anordnung und das allgemeine Aussehen der Pilasterzellen an.

Beim erwachsenen Tier bedecken die Deckepithelzellen stets eine gewisse Anzahl von Zellen, welche dem Netz gehören und nehmen nicht (Knochenfische) die Anordnung der Lungenalveolenzellen an. Mit Reserve fügt Biétrix bei: Das besondere Blutnetz der Kieme verdient, ebenso wie alle homologen Bildungen, den Namen eines lakunären Netzes: die Höhlen sind die lakunären Kanäle Eberths.

Ja, Biétrix meint, die Pilasterzellen könnten den Zellen homolog sein, welche das retikulierte Gewebe bilden und pathologische Veränderungen könnten Teile des Netzes in wahres retikuliertes Gewebe umwandeln. Er sagt, man könne als stufenweis geordnete Varietäten ein und desselben Elementes die embryonale Bindegewebszelle (wenn man will, die indifferente Zelle Renauts) betrachten: die endotheliale Gefäßzelle, die eigentliche Kiemenzelle, die Knotenzelle der retikulierten Gewebe. (Biétrix *95 b.*)

Gegen diesen Vergleich und diese Nebeneinanderstellung von Biétrix habe ich (Oppel *02*) eingewendet, daß die Pilasterzellen und die Endothelzellen der Blutgefäßkapillaren Bluträume begrenzen, das retikulierte Gewebe dagegen sich im Lymphgewebe findet, und Blutgefäße und Lymphräume müssen wir doch streng auseinanderhalten.

Giacomini (*00 b*) gibt folgende Übersicht über die Arbeiten von Biétrix: Biétrix (Distribution sanguigne dans les lamelles branchiales des poissons [Squales et Téléostéens]. Compt. rend. de la Soc. philom. de Paris 13. Janv. 1894, N. 6. -- Quelques considérations sur les notions de lacune et d'endothélium, en anatomie générale, à propos du réseau vasculaire branchial des poissons. Compt. rend. de la Soc. philom. de Paris 9. Févr. 1895. N. 8. — Lacunes et endothélium dans les vaisseaux branchiaux des poissons. Addition. Compt. rend. de la Soc. philom. de Paris 23. Févr. 1895 N. 9. — Études de quelques faits relativs à la morphologie générale du système circulatoire, à propos du réseau branchial des poissons. Bibliogr. anat. 3. an.) hat gefunden, daß bei Selachiern und Teleostiern das Blut der Kiemenblättchen ein wahres System von Lakunen und nicht von Kapillaren durchläuft. Diese Bezeichnung müssen wir annehmen, da diese Bluträume weder eine eigene Membran noch ein deutliches Endothel besitzen. Es besteht nur eine gemeinsame Basalmembran, die Membran der Kiemenblätter im allge-

meinen schlägt sich hier in zwei parallele Blätter um, in deren Intervall sich Blut befindet. GIACOMINI beschreibt (siehe unten Kapitel: Innere Kiemen der Cyklostomen) das Vorkommen der Pilasterzellen auch bei Petromyzonten. / (GIACOMINI *00 b*, vergl. auch GIACOMINI *00 a*).

/ MARIANNE PLEHN beschreibt den feineren Bau der respiratorischen Fältchen der Kiemenblättchen der Knochenfischkieme. Diese sekundären Fältchen, welche allein mit einschichtigem Epithel bedeckt sind, das den Gasaustausch zwischen Blut und Luft gestattet, enthalten nicht, wie man das vielfach angegeben findet, ein in Bindegewebe eingeschlossenes Kapillarnetz; von Bindegewebe ist keine Spur vorhanden und ein Kapillarnetz im gebräuchlichen Sinne liegt auch nicht vor. Die Kapillarenbildung erfolgt hier in ähnlicher Weise wie in der Proteuslunge, nur daß hier die respiratorische Schicht nur an einer Fläche mit der Luft in Berührung kommt, während die respiratorischen Fältchen der Fischkieme an Ober- und Unterseite völlig gleichen Bau aufweisen. Die mittlere Schicht des respiratorischen Fältchens, in welcher das Blut zirkuliert, besteht aus einer einzigen Lage von wohlcharakterisierten Zellen (siehe Fig. 7 bei *z*). Dieselben, durch die ganze Breite der Schicht reichend, umkleiden als Enthothelzellen die Kiemenblattgefäße, indem sie dieselben tunnelartig überbrücken. Die Gefäßschicht des respiratorischen Fältchens wird beiderseits von einem einschichtigen Epithel umhüllt, das einer Basalmembran

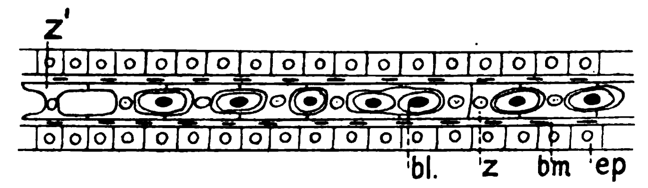


Fig. 7. **Fischkieme.** Schema eines Querschnittes durch ein Fältchen. *ep* Epithel; *bl* Blutkörperchen; *z* Gefäßzelle; *bm* Basalmembran; neben der Gefäßzelle *z'* sind die Blutkörper weggelassen, um deren Form deutlicher vortreten zu lassen. (Nach MARIANNE PLEHN *01*.)

aus flachen Zellen mit spindelförmigen Kernen aufsitzt. / (PLEHN *01*.)

Nach PLEHN wäre in den respiratorischen Fältchen von Bindegewebe keine Spur vorhanden. Ich dagegen, der ich die Basalmembran im allgemeinen als äußerste Grenzschicht des Bindegewebes gegen das Epithel auffasse, möchte PLEHNS „Basalmembran aus flachen Zellen mit spindelförmigen Kernen" entschieden zum Bindegewebe rechnen.

/ MARIANNE PLEHN erklärt, daß eine ähnliche Art von Kapillarbildung, wie sie in der Fischkieme vorkommt, von mir (OPPEL *89*) für die Proteuslunge beschrieben wurde: „In der Proteuslunge kommt aber die respiratorische Schicht natürlich nur an einer Fläche mit der Luft in Berührung, mit der anderen ist sie einer Bindegewebsschicht angelagert, während die respiratorischen Fältchen der Fischkieme an Ober- und Unterseite völlig gleichen Bau aufweisen." / (PLEHN *01*.)

Gerade die Beschreibung von M. PLEHN, sowie die frühere von BIÉTRIX hat uns gelehrt, daß die Kapillarbildung in der Fischkieme sich von der der Proteuslunge durchaus verschieden verhält. Während in der Proteuslunge die stützenden Elemente, die zwischen den Kapillaren pfeilerartig stehenden Epithelien sind, bilden in der Fischkieme die Pilasterzellen (mesodermale Elemente) die Stütze des Gewebes. (OPPEL.)

/ FAUSSEK gibt eine eingehende Beschreibung der Lamellen der Kiemenblätter beim Barsch, der Kiemenlamellen der Neunaugen, der

Kiemenlamellen des Axolotls und des Proteus (siehe unten die Einzelbesprechung der Kiemen dieser Tiere).

Faussek bestätigt den Fund von Biétrix, daß sich das Blut in dem Blutsystem der Atmungskanäle der Kiemenblätterlamellen des Barsches nicht in besonderen Kapillargefäßen mit eigenen Wänden, sondern in intercellulären Räumen des Stützgewebes der Kiemenblätterlamellen befindet. Die Stützzellen oder Pfeilerzellen (cellules en pilastre) fügen sich mit sohlenförmig erweiterten Enden unmittelbar aneinander, so daß infolgedessen die Zwischenräume zwischen ihnen geschlossene, vom äußeren Epithel abgesonderte Kanäle bilden. Das durch diese kleinen Räume sich fortbewegende Blut bespült das äußere Epithel nicht direkt, überall dringt es nur zwischen die pfeilerförmigen Zellen. (Biétrix, Faussek.)

Die von Biétrix beschriebene, durch die Stützzellen gebildete „Membrane vitrée", und die von ihr abgehenden, in besonderen Räumen der Stützzellen liegenden Auswüchse (colonettes) konnte Faussek weder bei Neunaugen noch beim Barsche konstatieren.

Biétrix betrachtet diese Stützzellen als Endothelzellen. Durch seine Untersuchungen an Axolotl- und Proteuskiemen kommt dagegen Faussek zu einer von den Ergebnissen von Biétrix abweichenden Ansicht. Faussek identifiziert die Pfeilerzellen der Fische mit den bei Proteus zwischen den Endothelwänden der Kiemenkapillaren liegenden Stützzellen. In den Kiemenlamellen der Fische verlieren die Kapillargefäße ihre Endothelwände und das Blut bewegt sich direkt in den intercellulären Räumen der Stützzellen, wobei diese Zellen, mit ihren erweiterten Enden zusammenstoßend, gleichsam einen geschlossenen Raum bilden und das Endothel der Kapillare ersetzen.

Faussek nimmt also gegen Biétrix in den Kiemenlamellen der Fische einen lokalen Schwund des Endothels der Kapillaren und einen direkten Durchgang des Blutes in den Kiemen durch die intercellulären Räume des Bindegewebes an.

Bei Fischen bewegt sich, im Gegensatz zu Proteus und Axolotl, das Blut, wie es von Biétrix entdeckt und von Plehn und Faussek bestätigt wurde, direkt in den intercellulären Räumen. (Grund Fausseks die Pfeilerzellen der Fische nicht für Endothelzellen zu halten, ist die große Ähnlichkeit der Pfeilerzellen der Fische mit den bindegewebigen Balken bei Proteus.) „Das bildet übrigens keinen großen prinzipiellen Unterschied; die Endothelwände der Kapillare sind ihrer Entstehung nach ja nichts anderes als Zellen jenes allgemeinen Mesenchyms, wo die Entwicklung der Blutgefäße vor sich geht; die dem Blutstrome direkt anliegenden Zellen verwandeln sich unter dem Einfluß des Druckes desselben und ihres gegenseitigen Zusammenhanges zu charakteristischen flachen, untereinander verbundenen Endothelzellen. In den Kiemenlamellen der Fische beobachten wir eine maximale Reduktion des Mesenchyms: infolge der geringen Quantität von Mesenchymzellen (sie liegen nur als den Blutstrom trennende Inseln) reichen die Mesenchymelemente nicht für die Bildung des Endothels hin." / (Faussek *02*.)

Faussek und Biétrix haben beide den Barsch untersucht, Biétrix auch andere Fische (Cottus, Labrus, Crenilabrus, Conger).

/ Bei den Amphibien entwickelt sich in den Kiemenfäden (-lamellen) Bindegewebe, ein Stroma bildend, in welchem ein Kapillarnetz von normalem Bau liegt; bei den Fischen entwickelt sich ein solches Stroma nicht, und das Blut zirkuliert in den Zwischenräumen zwischen den Mesenchymzellen.

„Die physiologische Bedeutung eines solchen Baues der Kiemenlamellen bei den Fischen liegt auf der Hand: durch Vergrößerung der Epithelfläche und durch Zurückführung des Bindegewebes der Kiemenlamellen auf ein Minimum bringt sie die Möglichkeit einer Berührung des Blutstromes mit dem die Kiemen umspülenden Wasser auf ein Maximum". / (FAUSSEK *02.*)

Ich habe die Kiemenlamellen zahlreicher Fische untersucht und kann das Vorhandensein der Pilasterzellen bestätigen. Ich fand dieselben bei Mustelus laevis, Torpedo marmorata, Acipenser sturio, Esox lucius, Salmo fario, Scorpaena porcus, Uranoscopus scaber, Trachinus draco, Zeus faber, Cepola rubescens und Lophius piscatorius. Nicht überall waren dieselben gleich deutlich. Ihre Deutlichkeit wurde wesentlich durch die bei verschiedenen Fischen so sehr wechselnde Größe der Elemente beeinflußt, zum Teil auch durch den Erhaltungszustand des Präparates. Aus letzterem Grunde konnte ich die Pilasterzellen bei dem untersuchten Ganoiden (Acipenser sturio) nicht so deutlich sehen, wie bei den untersuchten Selachiern und Teleostiern.

In Fig. 8 und 9 gebe ich zwei Abbildungen von Querschnitten aus Kiemenlamellen, aus denen ersichtlich ist, daß ich in den Haupt-

Fig. 8. Fig. 9.

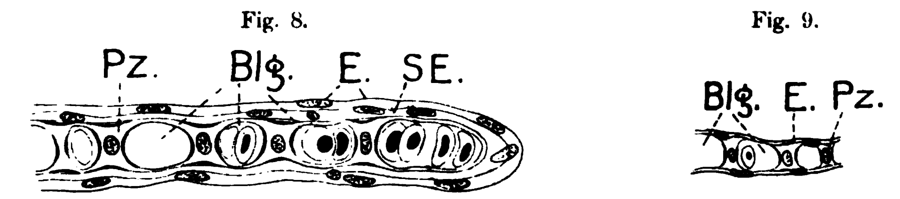


Fig. 8. **Kieme von Scorpaena porcus.** Querschnitt durch eine Kiemenlamelle. *E* Oberflächenepithel; *SE* subepitheliale Membran; *Pz* Pilasterzellen, deren Randkonturen verstärkt sind, um dieselben plastisch hervortreten zu lassen; *Blg* Blutgefäßräume, zum Teil mit Blutkörperchen, zum Teil ohne solche. Vergr. 640fach.

Fig. 9. **Kieme von Zeus faber.** Querschnitt durch eine Kiemenlamelle. *E* Oberflächenepithel; *Pz* Pilasterzelle (Seitenkonturen in der Figur verstärkt); *Blg* Blutgefäßräume. Vergr. 640fach.

punkten die Ergebnisse der vorstehenden neueren Forscher, betreffend den feineren Bau der Kiemenlamellen, bestätigen kann.

Die beiden Figuren zeigen die Pilasterzellen *Pz*, das Oberflächenepithel *E* und die von Pilasterzellen gebildeten Bluträume, in denen zum Teil Blutkörperchen zu sehen sind. Während aber in Fig. 8 von Scorpaena porcus die subepitheliale Membran *SE* deutlich fast in der Breite des Oberflächenepithels und an mehreren Stellen mit Kernen ausgestattet erscheint, ist in der bei derselben Vergrößerung gezeichneten Figur 9 von Zeus faber eine subepitheliale Membran als räumlich abgrenzbares Gebilde überhaupt nicht mit Sicherheit nachzuweisen. Wenn sie also hier überhaupt vorkommt, muß sie im Verhältnis zu dem übrigen Gewebe räumlich bedeutend reduziert sein.

Beim Vergleich des Baues dieser Kiemenlamellen mit den respiratorischen Einheiten der Amphibienkiemen und der Lunge aller Lungenatmer ergibt sich folgender Hauptunterschied: In der Fischkiemenlamelle ist der Raum, den das Stützgewebe einnimmt, auf ein Minimum reduziert. Es ist die Fischkiemenlamelle fast bindegewebefrei. Schließlich haben hier die blutführenden Räume (Kapillaren, Lakunen) die Stützfunktion auf sich übernommen (Pilasterzellen). Hand in Hand mit diesem Zurück-

treten des Bindegewebes geht fördernd der Umstand, daß jede Fischkiemenlamellenkapillare (Lakune) beiderseitig atmet. Es stellt so die Fischkiemenlamelle das am höchsten differenzierte Organ unter den wasseratmenden Organen der Wirbeltiere dar. Im kleinsten Raume ist hier die größte atmende Oberfläche entwickelt.

/ Wenn wir auf die Schilderungen von Biétrix, Giacomini, Plehn und Faussek zurückblicken und besonders ins Auge fassen, worin eine Übereinstimmung zwischen diesen Autoren nicht besteht, so ergibt sich, daß besonders folgende Fragen weiterer Untersuchung und der Lösung bedürfen:

1. Sind wir berechtigt, die Pilasterzellen der Fischkiemenlamelle als Endothelzellen aufzufassen und zu bezeichnen oder nicht?

2. Liegt zwischen den Pilasterzellen und dem Deckepithel der Fischkiemenlamelle allgemein noch eine (mit Kernen versehene?) zum Bindegewebe gehörige Membran, oder berühren sich Deckepithel und Pilasterzellen (Epithel und Endothel) direkt? / (Oppel *02*.)

Die erste der beiden Fragen möchte ich mit „ja" beantworten. Wir wissen, daß Gefäßendothelzellen neben ihren beiden Hauptfunktionen (Abschluß des Gefäßes gegen die Umgebung und Ermöglichung des Stoffaustausches zwischen dem Gefäßinhalt und der Umgebung des Gefäßes) die verschiedensten weiteren Funktionen haben können. Die Untersuchungen der letzten Jahre haben gezeigt, daß die Gefäßendothelzellen entsprechend diesen verschiedenen Funktionen wesentliche Verschiedenheiten in ihrem Bau zeigen (man denke z. B. an die Endothelien in Leber und Milz). Da darf es uns doch nicht wundern, daß die Blutkapillarendothelien der Kiemenlamellen im Zusammenhang mit der ihnen zukommenden Stützfunktion zu Stützzellen (Pilasterzellen) geworden sind. Vielmehr geht daraus von neuem hervor, daß die Struktur der Gewebe von der Funktion abhängig ist (Roux u. a.). Die Reihe der Organe mit typisch funktioneller Struktur hat in den Pilasterzellen der Fischkiemenlamelle einen neuen Zuwachs erhalten. Insofern hat die Entdeckung der Pilasterzellen ein über den speziellen Fall hinausgehendes Interesse und fordert dazu heraus, auch andere Gefäßkapillarendothelzellen darauf zu prüfen, inwieweit ihre Struktur von ihrer Funktion in Abhängigkeit steht.

Die zweite der beiden Fragen möchte ich besonders nach meinen eigenen Untersuchungen folgendermaßen beantworten. Ich glaube einerseits, daß jene Forscher richtig gesehen haben, welche zwischen Deckepithel und Pilasterzellen eine Membran (selbst mit Kernen) wahrgenommen haben. Die Dicke dieser Membran jedoch wechselt nicht nur bei den verschiedenen Fischspecies in hohem Maße, sondern wird auch je nach der untersuchten Stelle des Kiemenapparates bei demselben Individuum wechseln, ja sie wird wechseln im Zusammenhang mit weiteren Ursachen, z. B. mit der stärkeren und geringeren Blutfüllung der untersuchten Kieme. Es mögen daher auch jene Forscher im Rechte sein, welche erklärten, daß sie diese Membran an ihrem Objekt mit unserer heutigen Technik nicht wahrnehmen konnten.

Kann aber diese Membran in manchen Fällen, und dies scheint mir durch die vorliegenden Beobachtungen jedenfalls erwiesen zu sein, im Vergleich zum Deckepithel und zur Kapillarwand außerordentlich dünn sein, so dürfen wir daraus schließen, daß die Stärke, ja vielleicht überhaupt das Vorhandensein dieser Membran für den Atmungsprozeß nicht so wichtig sein kann. Ja, wir dürfen daran denken, daß eine Atmung wohl auch möglich sein wird, wenn zwischen dem Blute des Individuums

und dem gashaltigen umgebenden Medium nichts trennt, als die Kapillarendothelzelle und die Deckepithelzelle.

Entwicklung der Kiemen.

Voran stelle ich eine kurzgefaßte Darstellung der Kiemenentwicklung im ganzen nach MAURER (*02*) und lasse dann spezielle Angaben nach MAURER, GÖTTE, MOROFF und einigen anderen Autoren folgen.

/ Von der Entwicklung der Kiemenspalten und der Kiemen gibt MAURER *02* eine kurzgefaßte präzise Darstellung. MAURER (siehe dort) verfolgt das Auftreten der Schlundspalten in der Wirbeltierreihe unter genauer Angabe der Zahl der sich anlegenden Schlundspalten und der Zeit und Reihenfolge ihres Auftretens im einzelnen. Bei sämtlichen Wirbeltieren entwickeln sich die Schlund- oder Kiemenspalten als paarige Ausbuchtungen der Kopfdarmhöhle. Bei Amphioxus in sehr großer Zahl und in unsymmetrischer Zahl ausgebildet, bestehen sie unter den Cyklostomen bei Petromyzon in der Achtzahl. Bei Bdellostoma werden 13—14 Paar Kiemenspalten angelegt. Bei Selachiern bestehen sie zu 9 Paaren (Notidaniden), dann zu 8 und 7 Paaren (Heptanchus). Während sie bei Fischen, Amphibien und Reptilien sich in der Zahl von 5 entwickeln, kommen bei Vögeln und Säugetieren meist nur 4 Paare zur Ausbildung. Bei allen wasserlebenden Formen entwickelt die Schleimhautauskleidung Kiemenbildungen, und die Spalten bleiben zeitlebens, der Respiration dienend, offen. Bei caducibranchiaten Amphibien erfahren sie einen Verschluß zurzeit der Metamorphose. Bei den amnioten Wirbeltieren bilden sich embryonal die Schlundspalten genau wie bei den niederen Wirbeltieren, sind aber nur von vorübergehendem Bestand. / (MAURER *02*.)

Während wir es hier mit den Schlundspalten und den Kiemenbildungen zu tun haben, werden die im Bereich der Schlundspalten sich bildenden epithelogenen Organe in einem anderen Teile dieses Lehrbuches behandelt werden.

/ Die Kiemenbildungen der Fische treten als äußere und innere auf. Amphioxus hat faltenförmige innere Kiemen, die Cyklostomen faltenförmige Kiemen der mittleren Abschnitte der Kiemengänge.

Bei Selachiern entstehen die sog. äußeren (Embryonalzeit) Kiemen als kleine Höckerchen an dem Hinterende der einzelnen Kiemenbogen. Unter den Dipnoern treten äußere Kiemen bei Lepidosiren und Protopterus in der Vierzahl jederseits auf, während bei Ceratodus keine zur Ausbildung kommen.

Bei Amphibien bilden sich zwei Generationen von Kiemen. Die ersten entwickeln sich als Hautstummeln an den dorsalen Enden der Kiemenbogen in verschiedener Zahl. Sie entstehen als kleine Hautpapillen, welche von ektodermalem Epithel überzogen sind.

Wie diese Gebilde den Anuren fehlen, so verläuft auch die Entwicklung der Kiemen bei Urodelen und Anuren in verschiedener Weise weiter. Während bei Urodelen die äußeren Kiemenstummel weiter aussprossen, entwickeln sich bei Anuren kompliziertere Kiemenbildungen. Die zuerst sich anlegenden Kiemen der Larven entsprechen den äußeren Kiemen der Urodelen. Dann entstehen die inneren Kiemen (Larven von 9 mm Länge) als Stummel von der lateral und schwanzwärts gerichteten Konvexität der knorpeligen Kiemenbogen aus.

Die Gymnophionen (Epicrium glutinosum) verhalten sich in der Ausbildung ihrer Kiemenspalten nach SARASIN (1885) gerade wie die Urodelen. / (MAURER *02.*)

/ RATHKE entdeckte, daß sich auch bei Amnioten ein Kiemenapparat anlegt. / (GEGENBAUR *01.*)

/ PRÉVOST et LEBERT (Annales des sciences naturelles, Zoologie, Avril, 1844) beschrieben die Entwicklung der Kiemen bei Larven. Der freie Rand derselben besitzt Cilien. In der Substanz sieht man anfangs weder Gefäße noch Blutkörperchen, sondern überall organoplastische Kügelchen. Die anfängliche Zirkulation nach Auftreten der Gefäße ist sehr einfach. Eine Kiemenarterie sendet in jeden Lappen einen Zweig, welcher sich wieder in jedes Läppchen teilt, entlang seinem Rande herabsteigt, dann sich wendet und Vene wird; nur wenig später vermehren kleine Gefäße die Kommunikationen; sie bilden sich in derselben Weise. / (MANDL *48—57.*)

/ BOAS leitet die Kiemenform der Perennibranchiaten von der einfacheren ursprünglicheren, wie sie sich bei den Salamandridenlarven (besonders der Larve von Salamandra und Triton) findet, ab, und bringt diese Kiemenform zu der sich bei den niedrigeren Verwandten der Amphibien, zunächst den Dipnoi findenden, in Beziehung.

BOAS sieht demnach in den Perennibranchiaten Larven, welche die Fähigkeit sich umzuwandeln verloren haben. / (BOAS *82.*)

/ DOHRN sagt in seiner Untersuchung der Entwicklung der Selachierkiemen (p. 140): „Meines Erachtens sind die Kiemen zunächst weder ekto- noch entodermal, sondern sie sind durchaus dem Mesoderm angehörend. Das, was die Kieme zur Kieme macht, ist ein Blutgefäß, — keine noch so verzwickte Falten- oder Fadenbildung des Ektoderms oder des Darmes ist dadurch allein eine Kieme." Daß bei den heute bestehenden Fischkiemen sich erst Darmsäcke bilden, welche das Ektoderm durchbrechen und daß die Gefäßwucherung faktisch Entodermüberzüge besitzt, will indessen DOHRN (p. 141) sehr gern zugeben. Aber daß hierdurch eine unübersteigliche Schranke zwischen Fisch- und Annelidenkiemen gezogen und ihre Homologisierung auf immer abgewiesen sei, das kann er nicht anerkennen. / (DOHRN *84.*)

/ Es ist eine bekannte Tatsache, daß die Larven der Anuren in bezug auf ihren Kiemenapparat zwei verschiedene Zustände durchlaufen, während die Urodelenlarven die zuerst gebildeten Kiemen bis zur Metamorphose behalten.

Bei Anurenlarven entwickeln sich in früher Larvenperiode von drei Kiemenbogen jederseits ausgehende äußere Kiemen. Dieselben bestehen nur kurze Zeit. Es wächst von dem Hyoidbogen, welcher keine Kiemen trägt, sehr frühzeitig der Kiemendeckel als Hautduplikatur nach hinten. Indem derselbe die äußeren Kiemen bedeckt und mit der Seiten- und Bauchwand des Körpers verwächst, bringt er jene Kiemen zur Rückbildung. Gleichzeitig damit bildet sich ein neuer Kiemenapparat, welcher, von 4 Kiemenbogen sich entwickelnd, in der durch den erwähnten Kiemendeckel abgeschlossenen Kiemenhöhle liegt. Diese letzteren Kiemen werden im Gegensatz zu den erst vorhandenen äußeren als innere Kiemen bezeichnet.

Während die äußeren Kiemen von den dorsalen Enden der Kiemenbogen ausgingen, sitzen die inneren der ganzen Länge der 4 Kiemenbogen an deren lateral- und ventralwärts gerichteter Konvexität an.

Bei Urodelen entwickeln sich in sehr früher Larvenperiode gleichfalls von drei Kiemenbogen ausgehende äußere Kiemen. Diese sitzen ebenfalls den dorsalen Enden der Kiemenbogen an. Sie bleiben während des ganzen Larvenlebens als respirierende Organe bestehen (von Perennibranchiaten wird hier Abstand genommen). Es kommt zwar auch zur Bildung eines Kiemendeckels, welcher, wie bei Anuren, vom kiemenfreien Hyoidbogen aus sich entwickelt, derselbe bleibt aber mit seinem hinteren und ventralen Rande stets frei. Er bedeckt die vier Kiemenbogen, deren hinterer Konvexität je eine große Kiemenplatte ansitzt. Es fehlt somit den Urodelen stets ein den inneren Anurenkiemen homologer Apparat.

Maurer untersuchte nun die Frage, ob die Anuren- und Urodelenkieme wirklich ganz heterogene Bildungen sind, oder ob sie nicht vielmehr aufeinander bezogen werden können, so daß die eine Form aus der anderen abzuleiten sei.

Maurer findet, daß bei Froschlarven in frühen Stadien (5—6 mm Länge) ein Zustand betreffs der Kiemen besteht, welcher dem bleibenden Kiemenapparat der Urodelen entspricht. Auch die Untersuchung der Entwicklung der Arterienbogen und der Kiemengefäße ergibt nichts, was die Homologisierung der äußeren Kiemen, welche sich in früher Larvenperiode bei Anurenlarven bilden, mit den äußeren Kiemen, welche bei Urodelen während des ganzen Larvenlebens als Respirationsorgane bestehen, unmöglich machen würde. In folgenden wesentlichen Tatsachen stimmen die äußeren Kiemen beider Ordnungen überein: Die äußeren Kiemen treten bei beiden Amphibienklassen an den drei ersten Kiemenbogen als ektodermale Bildungen auf. Ferner treten Gefäße in sie ein, welche vom Herzen aus als sekundäre Arterien sich entwickelt haben. Die Vene der äußeren Kieme ergießt sich an dem Kiemenbogenwinkel, welchem die äußere Kieme ansitzt, in den dorsalen Schenkel eines primären Gefäßbogens. Der ventrale Schenkel des letzteren Gefäßbogens bildet eine Anastomose zwischen sekundärer Arterie und Kiemenvene.

Es ergibt sich also, daß die Anuren in früher Larvenperiode einen Kiemenapparat besitzen, welcher dem bis zur Metamorphose bestehen bleibenden bei Urodelen homolog ist. Da aus diesem Apparat bei Anuren sich ein sekundärer anderer entwickelt, so stellen die Urodelenkiemen im Vergleich mit den inneren Anurenkiemen einen primitiven Zustand dar. Der ganze Apparat der inneren Kiemen kommt an einer intermediären Zone der Urodelenkieme zur Entwicklung, d. h. zwischen äußerer Kieme und Kiemenplatte. Die äußere Kieme der jungen Anurenlarve liegt dorsal von ihnen, wohingegen das Rudiment der Urodelenkiemenplatte ventral vom Apparat der inneren Anurenkiemen gefunden wird (Epithelkörperchen).

Die Kiemen der Fische sind nach Maurer sämtlich entodermale Bildungen. Auch wo äußerlich sichtbare Kiemen bestehen, wie bei Selachierembryonen, sitzen diese Fäden stets in der Tiefe der Kiemenspalten fest, sind somit entodermaler Natur. Es entsteht also bei Fischen stets eine wirkliche Vorderdarmatmung. Bei Urodelenlarven dagegen und im frühesten Larvenzustande der Anuren treten ektodermale Kiemenfransen an drei Kiemenbogen auf. Es wird dies verständlich durch den Umstand, das den Amphibien ein Dottersack fehlt, während bei Fischen, z. B. Teleostiern, in früher Zeit eine sehr ausgedehnte Dottersackatmung besteht. Die ektodermalen Amphibienkiemen stellen somit eine lokalisierte Hautatmung dar, bedingt durch die an dieser Stelle nahe der Haut verlaufenden starken Blutgefäße. Auch die sekundären inneren Anurenkiemen faßt

Maurer gleichfalls als ektodermale Kiemen auf, wenn sich dies auch ontogenetisch nur schwer nachweisen läßt. / (Maurer *88.*)

/ Die von Gegenbaur (Grundriß, 1. Aufl. 1874) geäußerte Ansicht einer genetischen Gleichheit der inneren und äußeren Kiemen ist ebenso wie für die Kiemendeckelkiemen der Ganoiden auch für die äußeren Kiemen der Dipnoer und Amphibien falsch und dürfte wohl heute von niemand mehr vertreten werden. Vielmehr dürfte sich jeder, der einmal die Entstehung der äußeren Kiemen genau mit Lupe und Mikroskop verfolgt hat, von dem rein ektodermalen Ursprung dieser Organe überzeugt haben.

Die inneren Kiemen der Selachier werden allgemein für rein entodermale Bildungen gehalten. Wie Clemens (p. 11) an Präparaten von Keibel sieht, liefert auch das Ektoderm zum Epithel der periphersten Partien der Kiemenregion einen Beitrag. Damit ist natürlich die im allgemeinen entodermale Natur der inneren Kiemen und ihrer fadenförmigen Anhänge nicht in Frage gestellt, es findet hier nur eine Teilnahme des Ektoderms an im übrigen entodermalen Bildungen statt. Jedenfalls sind diese Kiemenfäden von den rein ektodermalen Kiemen, die am dorsalen Ende der Kiemenbogen sitzen und eine ganz andere Struktur zeigen, scharf zu trennen. / (Clemens *94.*)

/ Die Entwicklung der Kiemenlamelle hat Biétrix bei der Forelle untersucht. Es ergibt sich, daß die Pilasterzellen (s. oben p. 23 ff.) von Mesenchymzellen gebildet werden. Dieselben zeigen anfangs embryonale Charaktere, kleiner Körper, großer unregelmäßiger Kern, starke Färbbarkeit, kleine Intercellularräume. Später nähern sich diese Zellen der erwachsenen Form; der Kern wird regelmäßig, weniger stark färbbar, das Protoplasma nimmt an Volumen zu und die erweiterten Lakunen nehmen eine wohlbestimmte Form an. Man kann außen eine feine Membran unterscheiden, welche mit der Basis und den ausgestreckten Rändern der Zellen verschmilzt.

Betreffend Entwicklung des Deckepithels der Kiemenlamellen der Knochenfische bemerkt Biétrix, daß er dasselbe als gemischt betrachtet im Gegensatz zu Maurer, welcher die Fischkiemen für endodermale Bildungen hält. Biétrix schließt sich Dohrn an, welcher für die Selachier sagt: Die Kiemen sind weder ekto- noch endodermal. / (Biétrix *95 b.*)

/ Rathke verglich die Kiemen der Cyklostomen unmittelbar mit denen der Selachier, wogegen Dohrn nachwies, daß die äußeren Kiemenknorpel der Selachier nur etwas verlagerte Kiemenstrahlen sind und mit den Kiemenknorpeln der Cyklostomen keine Ähnlichkeit haben, wogegen diese mit den absteigenden Kiemenspangen aller anderen Fische übereinstimmten.

Noch in einem anderen Punkt ist Rathkes Darstellung korrigiert worden, nämlich hinsichtlich der Gleichstellung der Kiemendeckelkieme der Selachier und Ganoiden mit der Pseudobranchie der Teleostier. J. Müller *39a* (Berlin 1841) zeigte, daß diese Pseudobranchie nur der Spritzlochkieme entspricht, während die Kiemendeckelkieme bei den Teleostiern vollkommen fehlt. Dohrn und ihm sich anschließend Maurer bestätigte die Müllersche Beweisführung.

In allen übrigen Stücken jedoch und namentlich in der Gleichstellung aller Fischkiemen ist Rathkes Darstellung bis jetzt maßgebend geblieben, so daß nur die Bestimmung der gemeinsamen Ausgangsform dieser Organe hinzukam. Auch Gegenbaur schließt sich im wesent-

lichen Rathke an, fügt aber ausdrücklich hinzu, daß der Kiemenapparat der Ganoiden und Teleostier von den vollkommenen Kiementaschen, wie sie bei den Selachiern vorkommen, abzuleiten sei. Auch wird die Übereinstimmung aller dieser und der Kiemen der Cyklostomen als „innere Kiemen" gegenüber den integumentalen „äußeren Kiemen" der Amphibien hervorgehoben. Noch bestimmter drückt sich Maurer *88* aus, indem er die Kiemen aller Fische als entodermale im Gegensatz zu den ektodermalen Außenkiemen der Amphibien bezeichnet. Auch Clemens *94* und Wiedersheim *98* (p. 312—314) vertreten diese Ansicht und reihen nur die accessorischen Außenkiemen einiger Ganoiden und Dipnoer (Polypterus, Calamoichthys, Protopterus) den ektodermalen Amphibienkiemen an.

Auch Dohrn *84* hält alle Fischkiemen für entodermale, also für unbedingt gleichwertige Gebilde. Er geht davon aus (siehe oben p. 30). daß bei der Kiemenbildung das Mesoderm mit den Blutgefäßen der wesentlichste Teil sei, der das benachbarte Epithel vor sich hertreibe und zu den Kiemenfäden ausstülpe, wobei der ektodermale oder entodermale Ursprung des Epithels gleichgültig sei. (Dagegen wendet sich Goette.)

Die einzige grundsätzlich abweichende Auffassung der verschiedenen Fischkiemen stammt von Goette *75* her (p. 738—743). Er erklärte bloß die Kiemen der Cyklostomen für innere, entodermale, diejenigen der Selachier und Teleostier nach Ausweis ihrer Entwicklung für ektodermale Außenkiemen gleich denen der Amphibien. Diese Angaben wurden 25 Jahre völlig totgeschwiegen. Deshalb prüfte Goette *01* die Berechtigung der beiden entgegengesetzten Ansichten von neuem.

Goette kommt bei seiner Untersuchung der Kiemen der Fische zu folgenden Hauptergebnissen:

1. Die ersten Anlagen des Kiemenapparates sind bei allen Fischen dieselben, nämlich die entodermalen Kiementaschen mit den zwischenliegenden Kiemenbögen und den sie stützenden absteigenden Skelettspangen. Als Stammgefäße der Kiemenbögen sind ebenfalls überall Aortenbögen vorhanden, die jedoch nicht sämtlich homolog sind (s. unten).

2. Zuerst entstanden Darmkiemen in den Kiementaschen (Enterobranchier), erhielten sich aber nur bei den Cyklostomen und bildeten sich bei den übrigen uns bekannten Fischen nebst den ganzen Taschen zurück, um durch die an der Außenseite der Kiemenbögen neugebildeten Hautkiemen ersetzt zu werden (Dermatobranchier). Darmkiemen und Hautkiemen sind also nur analoge, nicht homologe Bildungen. Spritzlochkieme und Pseudobranchie sind Rudimente einer Darmkieme der ersten Kiementasche.

3. Die inneren Aortenbögen der Enterobranchier haben sich als Kiemenarterien außer bei den Cyklostomen noch erhalten in den Kieferbögen mit rudimentären Darmkiemen aller Fische, ferner in den Hyoid- und Kiemenbögen der Selachier; in denselben Visceralbögen der Teleostomen wurden sie durch neue und venös werdende Aortenbögen (Kiemenvenen) ersetzt, die bereits während des Kiemenwechsels entstanden. Zu den Aortenbögen der Selachier gesellen sich proximale Kiemenvenen, zu den Aortenbögen der Teleostomen distale Kiemenarterien.

4. Die Schutzvorrichtungen für die Hautkiemen bestehen in plattenförmigen Auswüchsen der Außenseite der Hyoid- und Kiemenbögen, die teils als Septen die mit ihnen verwachsenen Kiemen tragen, und teils als freie Kiemendeckel über sie hinausragen. Die Kiemendeckel der meisten recenten Selachier verbinden sich zu den Kiemensäcken, die jedoch

den bekannten älteren Selachiern (Chlamydoselachus, Pleuracanthus) fehlen, daher relativ junge Bildungen sind und mit den Kiementaschen der Cyklostomen nichts gemein haben. — Die Teleostomen besitzen nur große hyoidale Kiemendeckel, an den Kiemenbögen aber nicht einmal Septen: ihre angeblichen rudimentären Septen sind nur unmittelbare Verwachsungen der Kiemenblättchen und keineswegs von den Kiemensäcken der Selachier abzuleiten.

5. Nach den Befunden der Kiemenbildung sind die Cyklostomen die Vertreter des ältesten Typus der Fische, nämlich der Enterobranchier; die von letzteren abstammenden Dermatobranchier divergierten von Anfang an mindestens in den zwei Richtungen, die zu den gegenwärtigen Selachiern und den Teleostomen führten.

6. Im Kiemendarm der Ammocöten findet sich ein weiteres Zeugnis für das angegebene hohe Alter der Cyklostomen. Denn unter allen Fischen haben nur die Ammocöten die rinnenförmige Anlage der Schilddrüse, ihre Verbindung mit seitlichen Wimperrinnen und ihre Funktion, die mikroskopischen Nahrungsteilchen in einen Schleimballen einzubetten, also die unverkennbaren Merkmale einer echten Hypobranchialrinne der Tunikaten und Leptokardier beibehalten. / (GOETTE *01.*)

/ Der älteste Kiemenzustand bei Vertebraten kann gar nicht eine „Hautkieme" sein, denn wir sehen überall die erste Anlage vom Entoderm gebildet und bei Amphioxus, wie bei Cyklostomen und Selachiern sind die ersten Kiemenanlagen streng an Gebiete des Entoderms geknüpft. Der Einwand, daß in einem gewissen Stadium, nach dem Durchbruch der Kiementaschen, nicht mehr scharf zwischen entodermalem und einem etwaigen ektodermalen Anteil unterschieden werden könne, ist einfach deshalb ohne Boden, weil ein solcher Zustand ja auch für die ektodermale Genese gar nichts beweist.

Die Kiemen der Amphibien sind ektodermalen Ursprungs, Hautkiemen (GOETTE, MAURER). Sie sprossen nämlich von der Außenseite der Kiemenbogen früher hervor, als die Anlagen der zu den Kiemenspalten sich umwandelnden Taschen nach außen sich öffnen. So entstehen in der Regel drei von ebenso vielen Bogen entspringende, entweder fiederartig mit Blättchen besetzte oder auch ramifizierte äußere Kiemen, zwischen deren Wurzeln die Kiemenspalten in der Regel zu vieren ausmünden, nachdem die erste Kiemenspalte andere Beziehungen gewonnen hat. Knorplige Stützen mangeln. Der Stamm der Kieme birgt eine die Kieme bewegende Muskulatur und trägt entweder direkt oder auf von ihm ausgehenden Ramifikationen die kleinen Kiemenblättchen, schmale lanzett- oder fadenförmige Fortsätze, in denen die respiratorischen Blutgefäße sich verteilen. Solche Kiemen finden sich sowohl bei den Perennibranchiaten als auch in den Jugendzuständen der übrigen Amphibien.

Mit der inneren Kiemenbildung tritt bei den Anuren nicht ein altes Erbstück neu in die Erscheinung, sondern es waltet darin ein sekundärer Prozeß, gegen welchen die äußeren Kiemen das Primäre vorstellen. Wahrscheinlich besteht auch bei den sogenannten „inneren" Kiemen keine entodermale Beteiligung. Morphologisch sind also diese Kiemen von den Fischkiemen ganz verschieden, wenn man auch von einer physiologischen Wiederholung sprechen kann.

Der Versuch, jene Hautkiemen von inneren oder Darmkiemen abzuleiten, muß an jene Zustände anknüpfen, bei denen die Kiemenblättchen noch größtenteils an den Septen befestigt sind, denn die Septa sind ur-

sprünglich bis zum äußeren Integument reichende, bei den Selachiern sogar noch an ihrem äußeren Teile vom Integument vorgestellte Gebilde, wie sie mit einiger Reduktion auch noch bei Ceratodus bestehen. Indem diese Septa sich an ihren ventralen Partien reduzierten und an den dorsalen umfänglicher gestalteten, ließen sie in letzteren den Stamm der äußeren Kieme entstehen, auf welchen die Bildung neuer Kiemenblättchen Platz griff. Durch BOAS (vergl. BOAS *80* und *82*) ward der Weg gezeigt, welchen diese Entstehung der Kiemen eingeschlagen haben mag. Mit einigen Abweichungen folgt ihm GEGENBAUR und Fig. 10 gibt davon eine schematische Darstellung. / (GEGENBAUR *01*.)

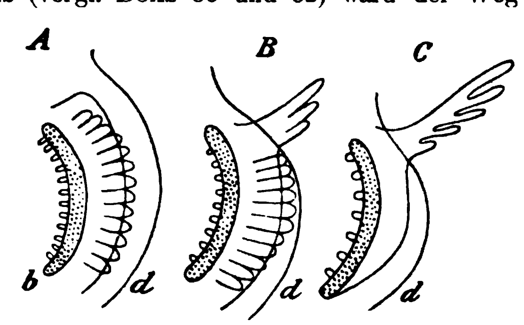


Fig. 10. **Schema zur Bildung der sogenannten äußeren Kieme.** *A* Ceratoduskieme. *B* vermittelndes Stadium. *C* Amphibienkieme. *b* Kiemenbogen, *d* Kiemendeckel. (Teilweise nach BOAS.) — Nach GEGENBAUR *01*.

/ MOROFF hat sich die Aufgabe gestellt, die Entwicklung der Kiemen und besonders die feinere Entwicklung der Blutgefäße im Zusammenhang mit den Respirationsepithelien bei den Knochenfischen zu verfolgen und zwar an der Forelle (Trutta fario) und im Anschluß daran an Selachiern. Selachierkiemen und Teleostierkiemen weisen auf einen gemeinsamen Ausgangspunkt hin, von dem sie sich eine jede in einer besonderen Weise und unabhängig voneinander entwickelt haben. Bei den Selachiern entwickeln sich die Kiemenblätter an den Kiemenbogen, und dabei gleichzeitig mit ihnen die Scheidewände; bei den Teleostiern entwickeln sich erst die Septalwülste, und dann an ihnen die Kiemenblätter. Bei den erstgenannten Fischen biegen sich bei ihrer Ausbildung die Kiemenblattschlingen nach außen um und bilden nach innen von dem primären Gefäßbogen zwei neue Blutgefäße, die die abführende Funktion übernehmen. Bei den letztgenannten Fischen biegen sich die neugebildeten Schlingen nach innen um und bilden nur ein einziges Blutgefäß, welches zum zuführenden wird. Die Radien der Teleostier liegen in den Kiemenblättchen und sind wie diese zweireihig angeordnet. Die Kiemenradien der Selachier gehören den Septen an. Die Entwicklung der Knochenfischkiemen geht ganz einfach vor sich; es werden keine Gefäße oder dergleichen angelegt, um später rückgebildet zu werden, sondern die zuerst angelegten Teile bleiben dauernd bestehen. Wie MOROFF im einzelnen beweist, sind die Fischkiemen entsprechend der von GÖTTE 1875 ausgesprochenen Ansicht ektodermaler Abstammung. Auch die Dipneusten und Ganoiden machen in der Entwicklung ihrer inneren Kiemen von den übrigen Wirbeltieren keine Ausnahme; es sind somit ihre inneren Kiemen nach MOROFF ebenfalls ektodermal. Dann gilt sicher für sie das Gleiche, wie für die Anuren; die Hautkiemen sind die frühzeitig und stark entwickelten oberen Enden des Kiemenapparates. MOROFF bestätigt durch seine Beobachtungen die von GÖTTE in seiner neuen Abhandlung über die Kiemen der Fische niedergelegten Angaben. / (MOROFF *02*.)

So konnte ich bereits 1903 (OPPEL *03*) folgendermaßen urteilen: Da nunmehr die GÖTTEsche Lehre von der ektodermalen Herkunft der Kiemen aller Fische (außer den Cyklostomen) durch die unter RICHARD

Hertwig gefertigte Arbeit Moroffs Unterstützung gefunden hat, scheint die Richtigkeit der bis dahin herrschenden Meinung immerhin zweifelhaft geworden.

/Inzwischen hat Moroff in einer weiteren Arbeit die Entwicklung der Fischkiemen von neuem untersucht. Er tritt der Behauptung Göttes (siehe oben p. 33), daß die Spritzlochkieme (Pseudobranchie) der Selachier und Teleostier entodermal, und infolgedessen homolog mit den Cyklostomenkiemen und mit den übrigen Kiemen derselben Abteilungen nur analog sei, entgegen. Vielmehr glaubt Moroff nachgewiesen zu haben, daß die Spritzlochkieme, sowohl bei den Selachiern als auch bei den Teleostiern eine durchaus gleiche Bildung mit den übrigen, und daher homolog mit ihnen ist, d. h. sie ist ebenfalls ektodermal.

Überhaupt möchte Moroff nicht einen so speziell ausgebildeten Kiemenapparat, wie den der Cyklostomen, als Ausgangspunkt für die Ausbildung der höheren Kiemenformen annehmen. Vielmehr will er die Möglichkeit eines Urzustandes, in dem im Sinne von Dohrn einmal das Ektoderm, ein anderes Mal das Entoderm für die Ausbildung der Kiemenblättchen zur Verwendung kam, nicht ohne weiteres von der Hand weisen. Von einem solchen Zustand läßt sich der Kiemenapparat der übrigen Fische sehr leicht ableiten, indem die Kiemen der Cyklostomen in einer Richtung und die der übrigen Fische in anderer Richtung sich entwickelt haben werden, eine Ansicht, die gelegentlich bereits von Huxley geäußert wurde./ (Moroff *04*.)

Wenn die Lehre von Götte und Moroff weiterer Prüfung Stand halten würde, und dies möchte ich bei der Genauigkeit, mit welcher diese Untersuchungen allem nach gemacht sind, nicht bezweifeln, so würden wir dadurch vieles besser verstehen können, als bisher. Die bedeutende Entfaltung des Ektoderms im Kiemengebiet erklärt uns die merkwürdige Erscheinung, daß sich sehr tief im Schlund und auch auf den inneren Kanten der Kiemenbogen Hautzähne entwickeln, die man, so führt dies Moroff aus, für entodermale Gebilde erklären mußte, obwohl das Entoderm nach allen Beobachtungen keine Zähne zu bilden imstande ist.

Von noch größerer Bedeutung — und mit diesem Ausblick auf eine verheißungsreiche Zukunft möchte ich dieses Kapitel beschließen — dürfte die ektodermale Beschaffenheit der das Kiemengebiet auskleidenden Deckschicht für die allerdings vorläufig erst spekulative Seite unseres Wissens von der Entstehung der Lunge aus dem Kiemengebiet, von der unten die Rede sein wird, vielleicht einmal werden können. Denn wenn, wie es jetzt scheint, die Kiemen (wenigstens der höheren Fische) vom Ektoderm entstammen, so haben wir in der Kiemenatmung eine Modifikation der Hautatmung zu sehen. Wenn aber — diese Lehre werden wir unten kennen lernen — die Lungen aus dem Kiemengebiet hervorgehen, so hätten wir schließlich auch in der Lungenatmung eine modifizierte Hautatmung zu sehen. Wenn sich diese verschiedenen heute noch mit so manchem „wenn“ verknüpften Hypothesen noch sicherer begründen ließen, so wäre damit für eine einheitliche Auffassung des Atmungsapparates bedeutend gewonnen. Die so überaus wechselnde „Lokalisation der Atmung“ wäre doch eine bestimmtere, wenn sie sich für die Wirbeltiere allgemein auf die „Hautatmung“ zurückführen ließe. Immerhin sind wir von diesem idealen Ziele noch weit entfernt, wenn auch die eigentliche sogenannte Darmatmung mancher Fische, weil qualitativ besonders gestellt, dafür die geringste Schwierigkeit bieten würde.

Jedenfalls aber möchte ich eindringlich davor warnen, aus der vielleicht zu vermutenden ursprünglich gemeinschaftlichen Abstammung atmender Organe aus ein und demselben Keimblatte auf den histologischen Charakter zu schließen und dementsprechend eine zu große Übereinstimmung im Bau des Atmungsapparates der verschiedenen Wirbeltiergruppen zu erwarten.

Äußere Kiemen.

(Fischembryonen, Dipnoer und Amphibien.)

/ Als die primitivste Form einer äußeren Kieme sieht CLEMENS die Stabform (Fig. 11 I) an: eine unverzweigte, epithelbekleidete Gefäßschlinge, wie wir sie heute noch ontogenetisch, wenigstens angedeutet, bei allen Kiemen, und dauernd bei der dritten Kieme von Bufo, bei der Kieme von Hylodes martinicensis, von Pipa und vielleicht auch von Hyla wiederfinden. Bei verzweigten Kiemen (Fig. 11 II—V) bildet die erste, stärkere Gefäßschlinge einen Stamm, von dem die Kiemenfäden als Äste abgehen. Setzen sich diese nur an einer Seite an, so erhalten wir die Geweihform der Anurenkieme (II), setzen sie sich zu beiden Seiten an, so resultiert die Fliederform der Derotremen- und ursprünglichen Cäcilienkieme (III), die sich in der Ontogenese der Salamandridenkieme wiederfindet. Wurde dann ein Kiemenkörper gebildet, so lag derselbe entsprechend dem natürlichen Verlauf der Muskeln und des Bindegewebes in einer dorsoventralen Ebene. Zuerst war er keilförmig und an seinen beiden unteren Kanten, der Arterie genähert, setzten sich die Kiemenfäden — ursprünglich in je einer Reihe — an (IV). Vielfach vermehrten sich dann die Reihen, die Kiemenfäden wanderten mehr nach der oberen Kante — der Kiemenkörper wurde blattförmig (V). Schließlich bei Ichthyoden verzweigt sich dieser Kiemenkörper.

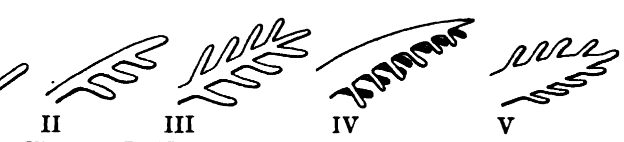


Fig. 11. I—V **Verschiedene Formen der äußeren Kiemen.** Erklärung siehe im Text. — Nach CLEMENS *94*.

Eine Übersicht über die verschiedenen Formen der Kiemen gibt die folgende Tabelle, bei der stets nur die entwickeltste Kiemenform eines Individuums berücksichtigt ist; von den atypischen Formen (der Typhlonectes- und der Nototremakieme) ist dabei abgesehen. An das Embryonalleben angepaßte Kiemen sind eckig eingeklammert]]; die ektodermalen Fischkiemen in runden Klammern beigefügt.

A. Kieme stabförmig, unverzweigt: Hylodes, Pipa, Dactylethra, Hyla(?).

B. Kieme verzweigt.

I. Hauptstamm wenig hervortretend, ohne eigene Muskeln; sein Epithel trägt Cilien.

a) Kiemenfäden ausschließlich von der ventralen Seite des Hauptstammes entspringend; die hinterste Kieme ist die kürzeste: Rana, Bufo, Cystignathus und wohl die meisten Anuren.

[Nur eine Kieme entwickelt, Kiemenfäden länger als gewöhnlich: Alytes.]

b) Kiemenfäden symmetrisch zu beiden Seiten des Hauptstammes, bald ist die vorderste, bald ist die mittelste die längste: Derotremen und Caeciliiden.

II. Hauptstamm als Kiemenkörper sehr hervortretend, mit eigenen Muskeln; sein Epithel trägt keine Cilien; stets ist die hinterste Kieme die längste: Salamandroiden.

a) Kiemenkörper unverzweigt.
  1. Kiemenkörper keilförmig.
    α) Die beiden Kanten der unteren Fläche mit je 1—2 Reihen von Kiemenfäden besetzt — gelegentlich, namentlich am Ende der hinteren Kiemen, die Kiemenfäden an der oberen Kante: Triton, Desmognathus, Ochrophaea, Gyrinophilus, Spelerpes, Pelonectes, Sal. mac. II und wahrscheinlich die meisten Salamandriden, deren Kiemen unbekannt sind.
    β) Die untere Kante vielreihig besetzt:
      β_1) Kiemenkörper hoch und kurz: Chondrotus tenebrosus.
      β_2) Kiemenkörper niedrig und lang: Axolotl II.
    γ) Auch die angrenzenden Partien der Vorder- und Hinterfläche vielreihig besetzt: Menobranchus.
  2. Kiemenkörper mehr platt, blattförmig.
    α) Außer den Kanten die ganze hintere Fläche mit Kiemenfäden besetzt: Axolotl I (Polypterus, Protopterus).
    [β) Nur die beiden Kanten mit Kiemenfäden besetzt Salamandra atra, Sal. mac. I.]

b) Kiemenkörper verzweigt.
  1. Kiemenkörper einfach verzweigt, keilförmig.
    α) Nur die vordere äußere Kante verzweigt: Pseudobranchus striatus.
    β) Beide Kanten verzweigt: Siren lacertina II (Calamoichthys), Plethodon (?).
  2. Kiemenkörper doppelt verzweigt.
    α) Mit Bevorzugung der vorderen äußeren Kante: Proteus.
    β) Beide Kanten gleichmäßig verzweigt: Siren lacertina I.

Der für die Kiemenatmung notwendige beständige Wechsel des umgebenden Wasser wird garantiert
1. durch Cilien;
2. hie und da wirkt die Ausstoßung von Wasser durch die Schlundspalten unterstützend;
3. rhythmische Bewegung der Kiemen durch den Pulsschlag (Froschlarven, Salamanderlarven, Menobranchus);
4. nebenbei und gelegentlich willkürliche Bewegung;
5. Bewegung des umgebenden Mediums (fließendes Wasser).

Eine Abgrenzung der dorsalen äußeren Kiemen der Dipnoer und Amphibien gegen die inneren Kiemen der Fische und Anuren nimmt CLEMENS vor, indem er die Gegensätze in folgendem Schema ausdrückt:

Äußere Kiemen	Innere Kiemen
ektodermal.	im großen und ganzen entodermal (vergl. dagegen oben das Kapitel: Entwicklung der Kiemen).
An der Konvexität der Kiemenbögen nur dorsal sich ansetzend.	An den ganzen Breitseiten der Kiemenbögen sich ansetzend.
Kubisches Epithel mit Cilien.	Plattes Epithel ohne Cilien (abgesehen von Amphioxus. LANGERHANS).
Pigmentiert.	Nicht pigmentiert.

Schlußsätze: „Trotzdem wir gelegentlich die äußeren Kiemen der Luftatmung sich anpassen sahen, so verschwinden sie im übrigen doch allgemein mit der ontogenetischen — (caducibranchiate Amphibien) — oder phylogenetischen — (Amnioten) — dauernden Einführung des Luftlebens. Wir sahen die äußeren Kiemen in ihrer morphologischen Ausbildung und damit auch in ihrer physiologischen Leistungsfähigkeit beschränkt durch die unumgängliche Notwendigkeit, teilzunehmen an den allgemeinen Schutzfunktionen der Epidermis. Durch das Landleben werden diese Anforderungen an die Epidermis enorm gesteigert — ein ausgestülptes ektodermales Atmungsorgan ist nicht mehr möglich. In der ganzen Reihe des Amniotenreichs sehen wir für die Luftatmung besser angepaßte und leistungsfähigere Organe durchgeführt, als sie die Amphibien in ihren äußeren Kiemen für die Wasseratmung besitzen."

CLEMENS (vergl. auch dessen reichhaltiges Literaturverzeichnis über äußere Kiemen) unterscheidet drei charakteristisch verschiedene Arten von äußeren Kiemen: die fadenförmigen Kiemen der Fischembryonen, die Kiemendeckelkiemen der Ganoiden und die äußeren Kiemen der Amphibien, welchen sich die der Dipnoer anschließen.

I. Die fadenförmigen Kiemen der Fischembryonen.

Die ältere Literatur der äußeren Kiemen der Haiembryonen (MONRO, BLOCH, CHIERGHIN, RUDOLPHI, MACARTNEY, THOMPSON, RATHKE, LEUCKART, JOH. MÜLLER, LEYDIG, ROBIN, DE SANKTIS) siehe bei CLEMENS *94.* / (CLEMENS *94.*)

A. Selachier.

/ Die äußeren Kiemen der Plagiostomenembryonen wurden zuerst von MONRO (The Structure and Physiology of Fishes explained 1785, p. 88, tab. 14 [vergl. auch MONRO *1787*]) angegeben und zwar bei Raja. BLOCH (Syst. ichth. 1800, tab. 31) bildet sie bei Squalus ciliaris ab. RUDOLPHI (Über den Olm. Isis 1817, p. 1019) und MACARTNEY (Sur la structure des branchies dans les foetus de squales. Journ. de phys. 1818, T. LXXXVI, p. 157, pl. 1, fig. 23) haben sie zuerst genauer beschrieben. Weitere Angaben darüber finden sich bei RATHKE (Entwicklungsgeschichte der Haifische und Rochen, in RATHKE *20/27a*, Abteil. IV, p. 4, 1827, pl. 1, Fig. 1, 2; pl. 2, Fig. 1), ALLEN THOMPSON (On the development of the vascular system of the foetus of vertebrated animals. Edinburgh New Philos. Journ. 1830, Vol. X, p. 97); MÜLLER (Über den glatten Hai des Aristoteles. Sitzungsber. der Ak. in Berlin 1840, p. 250) und LEUCKART *36.* / (MILNE EDWARDS *57*, Bd. II, p. 215 Anm.

/ Auch RUDOLPHI *28*, p. 362, schildert die den Haifischen und Rochen in der frühesten Lebenszeit zukommenden accessorischen oder äußeren Kiemen, „die als zarte Fäden aus den Kiemenspalten' hervorhängen; vier gewöhnlich aus jeder Kieme, also 40 im ganzen" und erwähnt ältere Literatur über dieselben. / (RUDOLPHI *21/28.*)

/ F. S. LEUCKART beschreibt die äußeren Kiemen der Embryonen von Rochen und Haien eingehend makroskopisch. Mikroskopisch sieht er in der Mitte der Kiemenfäden einen schmalen, helleren Streifen, der bis gegen die Spitze hinläuft. An dem Rande verläuft ein Gefäß. Die Gefäßwand ist nach außen innig mit der äußeren Hülle verbunden. Das zuführende Gefäß verläuft an dem einen Rande jeder Kiemenfaser, biegt sich an der Spitze und namentlich immer in dem etwas verdickten Ende um und wird an dem anderen Rande zum abführenden, das oxydierte

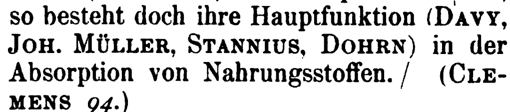
Blut enthaltenden Gefäß. Da, wo sich dasselbe in der Spitze umbiegt, scheint es sich etwas zu erweitern und einen etwas größeren Durchmesser zu erlangen, als der ist, den es an den Rändern besitzt. / (LEUCKART *36*.)

/ Die äußeren Kiemen bei den Embryonen der Plagiostomen sind freie fadenförmige Verlängerungen, welche meist von beiden Reihen der Kiemenblätter ausgehen. Sie schwinden frühzeitig (vergl. F. S. LEUCKART *36*). Auch aus den Spritzlöchern gehen häufig solche Kiemenfäden hervor. / (STANNIUS *46*, p. 114 f.)

/ Die Epidermiszellen der äußeren Kiemen der Amphibien flimmern. Abweichend hiervon verhalten sich die äußeren Kiemenfäden der Föten von Rochen und Haien. Sie haben ein flimmerloses Plattenepithel. Die lange Gefäßschlinge macht keine weiteren Verästelungen, und als Stütze des ganzen Kiemenfadens dient ein Achsenstrang, der aus gallertigem Bindegewebe besteht. / (LEYDIG *57*, p. 381.)

LEYDIG *57* p. 383 bildet das Ende eines Kiemenfadens von einem Embryo des Spinax ab.

/ Mikroskopisch zeigen die Fäden eine einfache unverzweigte (RUDOLPHI behauptete, Verzweigungen gesehen zu haben), am Ende umbiegende Gefäßschlinge, zwischen deren Schenkeln ein Achsenstrahl aus gallertigem Bindegewebe mit zahlreichen verzweigten Zellen sich befindet, und die von einem einschichtigen, platten Epithel bekleidet ist. Das Epithel ist, wie LEYDIG bezeugt, stets völlig flimmerlos. Gegen DOHRN und mit BALFOUR bilden nicht nur die hinteren Reihen, sondern beide Reihen Kiemenfäden. Beim Spritzloch jedoch scheint allein die vordere Wand Kiemenfäden zu bilden, und auch hier sind sie nur bei Rochen nachgewiesen. Wenn man den äußeren Kiemen der Selachierembryonen auch eine gewisse respiratorische Funktion (LEUCKART) nicht absprechen kann,



so besteht doch ihre Hauptfunktion (DAVY, JOH. MÜLLER, STANNIUS, DOHRN) in der Absorption von Nahrungsstoffen. / (CLEMENS *94*.)

/ „Als einer Eigentümlichkeit ist noch der sogenannten äußeren Kiemen der Selachier zu gedenken, die während der Fötalperiode bestehen. Es sind zarte gefäßführende Fäden, welche in Büscheln aus den äußeren Kiemenöffnungen hervorwachsen, auch am Spritzloche zu finden sind. Sie gehen von den Kiemenfalten aus, als Fortsätze der inneren Kiemen, haben also durchaus nichts mit dem Integumente zu tun, so daß sie jenen Namen nicht verdienen. Sie sind als Anpassungen an fötale Lebensbedingungen anzusehen und nicht als primitive Einrichtungen. Durch das Hervorsprossen aus der engen Kiementasche und ihre Ausbreitung außer-

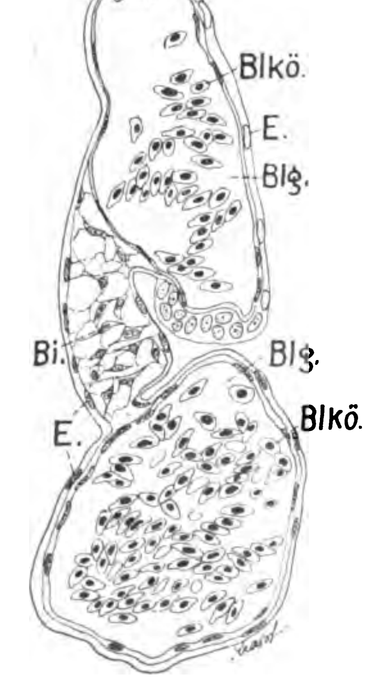


Fig. 12. **Äußere Kieme vom Torpedoembryo.** Querschnitt durch einen Kiemenfaden. *Blg Blg* die beiden Blutgefäße. *Blkö* Blutkörperchen in denselben. *E* Oberflächenepithel. *Bi* embryonales Bindegewebe. Vergr. 265fach, reduziert auf $^{9}/_{10}$.

halb des Körpers können sie wohl schon einer respiratorischen Funktion dienen, besonders da, wo nur die Eischale sie vom umgebenden Medium trennt." / (GEGENBAUR *01*.)

In Fig. 12 gebe ich eine Abbildung eines Querschnittes durch einen Faden der äußeren Kiemen eines Torpedoembryo. Die Figur zeigt die beiden Schenkel (*Blg*) der Gefäßschlinge im Querschnitt und die Bindegewebszellen (*Bi*), den gallertartigen Achsenstrang LEYDIGS, welcher beide verbindet. Deutlich ist das Deckepithel (*E*), welches sich gegen das die beiden Gefäße auskleidende Endothel wenigstens überall dort deutlich abgrenzen läßt, wo die Schnittrichtung die Längsachse der Gefäße genau senkrecht trifft. Dort, wo sich das Gefäß an die verbindende Bindegewebsmasse (gallertiges Bindegewebe, LEYDIG) anlegt, schlägt sich das Epithel auf das Bindegewebe über, so daß das Endothel eine Strecke weit in Zusammenhang mit dem Bindegewebszellennetz tritt.

Wenn wir diesen Kiemenquerschnitt eines Torpedoembryo mit den äußeren Kiemen von Amphibien (vergl. z. B. unten meine Figuren von Menobranchus lateralis) vergleichen, welch' letztere doch zweifellos der Atmung dienen, so ergibt sich eine hochgradige Übereinstimmung. Zwar fehlt in unserer Torpedokieme das respiratorische Epithel, wie wir es in der Amphibienkieme kennen lernen werden. Wohl aber stimmen die Randgefäße in ihrem Bau ganz überein, indem dieselben in beiden Fällen aus Oberflächenepithel und Gefäßendothel bestehen, welche beide, in innigem Konnex stehend, eine äußerst dünne Membran bilden, wie sie respiratorischen Häuten zukommt. Die Randgefäße sind nichts anderes als respiratorische Gefäße. Ich halte es daher für zweifellos, daß die äußeren Kiemen der Selachierembryonen in erster Linie respiratorischer Funktion dienen. Wenn ich damit in Gegensatz zu der Meinung der von CLEMENS zitierten älteren Forschern trete, so kann ich dies ferner damit begründen, daß diese Selachierkiemen jene Eigentümlichkeiten im Bau durchaus vermissen lassen, welche Nahrungsstoffe resorbierende Häute und Epithelien (vergl. darüber Teil II meines Lehrbuches und meine Nachträge hierzu in MERKEL und BONNETS Ergebnissen) charakterisieren.

Auf die von CLEMENS *94* (siehe oben) zitierten Literaturquellen zurückgehend, konnte ich übrigens feststellen, daß DOHRN (p. 138) sich die Aufklärung des Tatbestandes, wie der Dotter in die Kiemenfäden hineingerät, vorbehält, und ausdrücklich (p. 138) feststellt, daß auch das arterielle Gefäß der Kiemenfäden mit Dotter erfüllt ist, was immerhin zu denken gibt.

B. Ganoiden.

/ Das Vorkommen von äußeren Kiemen bei Ganoidenembryonen scheint nicht sichergestellt (SALENSKY, W. K. PARKER, CLEMENS).

C. Teleostier.

Die von GÖTTE an ganz jungen Cobitis von 8—10 mm Länge beschriebenen langen fadenförmigen Anhänge mit einer etwas spiralig gedrehten Gefäßschlinge hält CLEMENS für morphologische und physiologische Analoga der äußeren Kiemen der Selachier.

II. Die Kiemendeckelkiemen der Ganoiden.

Die Kiemendeckelkiemen der Ganoiden sind nach außen vorragende, am hinteren Ende des Kiemendeckels einem Rande aufsitzende Kiemen.

Dieselben wurden von STEINDACHNER und HYRTL bei Polypterus beschrieben, CLEMENS findet auch bei Calamoichthys in der Jugend eine Kiemendeckelkieme. Mikroskopisch zeigt der Kiemenkörper beim 15 cm langen Exemplar ein 2—3-schichtiges Epithel, dessen obere Schicht aus etwas länglich-kubischen Zellen im Gegensatz zu den mehr platten der unteren besteht. Die Kiemenfäden besitzen ein plattes einschichtiges Epithel ohne Cilien. Ihre gänzlich unverzweigte Gefäßschlinge umfaßt einen sehr dünnen, bindegewebigen Achsenstrahl. Im Kiemenkörper findet sich innen in der Mitte eine größere Arterie, daneben eine Anzahl kleinerer und eine große Zahl mehr außen gelegener Venen, zwischen den Gefäßen spärliches Bindegewebe. Zu jeder Seite der Hauptarterie liegt in der vorderen Hälfte der Kieme je ein dünnes Muskelbündel, das sich nicht teilt und sich nicht in die Verzweigungen des Kiemenkörpers fortsetzt, dicht an dem einen konstant ein Nerv. Diese Struktur gleicht im allgemeinen völlig der einer äußeren Amphibienkieme. Die Calamoichthyskieme unterscheidet sich von der Polypteruskieme nur dadurch, daß ihr Körper sich verzweigt hat — eine Erscheinung, die sich bei den Perennibranchiatenkiemen wiederfindet. Es scheint daher CLEMENS gegen HYRTL (dem schon BOAS widersprochen hat) wahrscheinlich, daß diese Kiemen, wie die Amphibienkiemen rein ektodermaler Abkunft sind.

III. Die äußeren Kiemen der Dipnoër und Amphibien.

A. Dipnoi.

1. Dipneumona.

Daß bei Protopterus über der vorderen Extremität dicht über dem oberen Ansatze des Operculum äußere Kiemen, übereinander liegend, nach hinten und etwas nach oben gerichtet und dem Körper beinahe anliegend, vorkommen, steht seit langer Zeit fest. Die Variation der Existenz, der Zahl, der Länge, der Form dieser Kiemen, die geringe und wechselnde Länge der Kiemenfäden, ihre an der oberen und unteren Hälfte charakteristisch verschiedene Entwicklung zeigt, daß wir es bei Protopterus mit einem rudimentären Organ par excellence zu tun haben, das in seiner Blütezeit allem Anschein nach von einer Salamandridenkieme sich in keinem wesentlichen Punkte unterschied. Bei den Organen, wie sie jetzt sind, kann von irgend einer beträchtlichen Funktion natürlich nicht die Rede sein. Sie sind, wie ihre Analoga die Amphibienkiemen, aller Wahrscheinlichkeit nach rein ektodermale Bildungen./ (CLEMENS *94*.)

/Die Kiemen von Lepidosiren annectens gleichen in der Form denen von Siren, indem sie aus langen getrennten Fäden bestehen, welche nur mit einem Ende am Kiemenbogen befestigt sind./ (OWEN *40*.)

/Drei Paare von äußeren Kiemen fanden sich stets auch bei den größten der untersuchten Exemplare von Protopterus annectens./ (PARKER W. N. *91*.)

/Die äußeren Kiemen von Protopterus sind ebensowenig primitive Gebilde, als die äußeren Kiemen der Selachier, mit denen sie nichts zu tun haben.

Auch die äußere Kieme von Polypterus Lapradei ist als accessorisches Organ aufzufassen. Die Versorgung von der Arterie des Hyoidbogens, die hier einen sehr langen Weg zurückzulegen hat, spricht gegen

die Vergleichbarkeit mit den äußeren Kiemen von Protopterus oder mit anderen sogenannten „äußeren Kiemenbildungen". / (GEGENBAUR *01.*)

/ Lepidosiren paradoxa: KERR gibt eine eingehende Beschreibung der Entwicklung der äußeren Kiemen der Kiemenspalten von Lepidosiren paradoxa FITZ. Beim männlichen Individuum finden sich an den hinteren Extremitäten von LANKESTER beschriebene Papillen. Während des größten Teiles des Jahres sind dieselben unbedeutend. Zur Fortpflanzungszeit wachsen dieselben innerhalb zwei oder drei Wochen zu 2—3 Zoll langen blutroten (von ihrem starken Gefäßgehalt) Fäden aus. Nach der Fortpflanzungszeit verschwinden die Fäden rasch wieder durch Atrophie. KERR schließt sich der Ansicht von LANKESTER an, daß diese Fäden zu dieser Zeit intensiver vitaler Tätigkeit als accessorische Atmungsorgane dienen.

Die Lungenatmung wurde zuerst zu einer Zeit wahrgenommen, zu der die äußeren Kiemen noch voll entwickelt waren. Ungefähr in der sechsten Woche nach dem Ausschlüpfen sind die äußeren Kiemen verloren. / (KERR *00.*)

2. Ceratodus.

/ SEMON erklärt die Abwesenheit larvaler, sogenannter äußerer Kiemen als charakteristische Eigentümlichkeit des Ceratodus. CLEMENS hält die Deutung SEMONS für unwahrscheinlich und glaubt, daß auch bei Ceradotus nur embryonal angelegte, nach Überwachsung durch den Kiemendeckel wieder verschwindende Kiemen vorkommen, welche höchstwahrscheinlich Analoga der bei Protopterus beschriebenen wären. / (CLEMENS *94.*)

/ WIEDERSHEIM erkennt dagegen an, daß es bei Ceratodus in keinem Entwicklungsstadium zu einer Anlage von äußeren Kiemen kommt. / (WIEDERSHEIM *02*, p. 398.)

B. Amphibia.

/ Während des ersten Lebensstadiums sind bei allen Batrachierlarven äußere Kiemen vorhanden. An ihre Stelle treten bei den Larven der ungeschwänzten Batrachier später innere Kiemen in Gestalt kleiner Quästchen. — Bei den Larven der Tritonen und Salamander erhalten sich die äußeren Kiemen bis zur Entwicklung der Lungenatmung und verschwinden dann mit den Kiemenspalten ganz, während bei den Derotremata jederseits eine Kiemenspalte bleibt. Bei den Perennibranchiaten dagegen finden sich während der ganzen Lebensdauer äußere Kiemen neben den Lungen. / (STANNIUS *46.*)

Über die Form der äußeren Kiemen der Batrachierlarven und der Perennibranchiaten vergl. MILNE EDWARDS H. 57,, Bd. II, p. 205 ff.

/ Die äußeren Kiemen der Amphibien (Proteus, Salamanderlarven) lassen sich als Fortsetzungen der äußeren Haut betrachten, die beim Proteus durch einen zarten Knorpel gestützt werden (letzteres wurde später widerlegt). Im bindegewebigen Teil der Kieme verlaufen die Blutgefäße und zwar beim Proteus (und Tritonlarven) in der Art, daß in jedes sekundäre Kiemenläppchen eine Gefäßschlinge geht, die sich nicht weiter verzweigt, höchstens daß der rückführende Abschnitt der Schlinge sich geteilt hat. Bei Proteus und den Salamanderlarven sieht LEYDIG in die Kiemenstämme einen quergestreiften Muskel eintreten, der sich mit zugespitzten Ausläufern gegen die Basis der sekundären Läppchen verliert, ohne daß sich Fasern in die Plättchen selber verfolgen ließen, sie bestehen vielmehr nur aus einer dünnen, homogenen, die Blutkapillaren tragenden Haut und dem Epithel. Auch dunkelrandige Nerven sind hier

in den Kiemenstämmen sichtbar. Die Kiemenglocken des Beutelfrosches (Notodelphys) enthalten ebenfalls, wie WEINLAND gezeigt hat, quergestreifte Muskelfasern. Die Epidermiszellen der äußeren Kiemen der Amphibien flimmern./ (LEYDIG *57*, p. 381.)

/Die äußeren Kiemen der perennibranchiaten und der Larven der caducibranchiaten Amphibien enthalten kein dem bei Fischen vorkommenden analoges Skelettgerüst. Sie sind nur Bildungen von kutaner Struktur in modifizierter Form. Die hinfälligen Kiemen enthalten anfangs im ersten Stadium nur eine Arterie und eine Vene, also eine Gefäßschleife. Bei größeren Larven werden diese zwei Gefäße durch ein dazwischengelegenes Kapillarsystem getrennt.

Die äußeren Kiemen der Larven von Frosch und Kröte besitzen vom ersten bis zum letzten Moment ihres Bestehens ein Flimmerepithel. Die Cilien sind schon einige Zeit, ehe die Larve aus dem Ei schlüpft, tätig. Die Kiemen besitzen Pigmentzellen.

Die äußeren Kiemen der Salamander (welche eine längere Dauer zeigen als die von Frosch und Kröte) sind größer, besitzen zahlreichere Lappen und ein komplizierteres Gefäßsystem als diejenigen der Anuren. Wie bei den Ranidae, besitzen sie eine wimpernde Epidermis, reich mit Pigmentzellen versehen. Einige Zeit, ehe die Organe schwinden, hört die Erscheinung der Flimmerung auf (Triton). Die Flimmerzellen gehen Veränderungen ein, bei denen sie durch nicht flimmernde ersetzt werden. Die Pigmentzellen sind in ihrer Verteilung auf die größeren Läppchen und auf die Linien der größeren Gefäße beschränkt. Der Durchmesser der Gefäße der temporären Kiemen ist größer als der der Lungen./ (WILLIAMS *59*.)

/Wenn WIEDERSHEIM (*90*) an den Kiemenbüscheln von Salamandra atra kein Flimmerepithel finden konnte, so will S. MAYER diesen Mißerfolg, mit Rücksicht auf die positiven Befunde anderer Beobachter, wohl nur auf Rechnung einer unzureichenden Untersuchungstechnik setzen (siehe darüber auch unten im Abschnitt: Salamandra).

POUCHET und TOURNEUX (Précis d'histologie humaine et d'histogénie, Paris 1878, p. 180) erwähnen das diskontinuierliche Vorkommen von Flimmerzellen an den Kiemen junger Tritonenlarven.

S. MAYER findet bei Larven von Rana fusca und von Salamandra maculosa die Flimmerzellen an den Kiemen dicht stehen, ja öfters in kontinuierlicher Anordnung. Selbst an sehr großen Larven, die bereits knapp vor der Metamorphose stehen, persistiert die Wimperung an den Kiemen in sehr ausgesprochener Weise, während an der Haut der übrigen Körperstellen keine Spur mehr davon aufzufinden ist./ (S. MAYER *97*, p. 72, 73 und 77.)

/„Die äußeren Kiemen der Amphibien sind durch die im Kiemenstamme und dessen Zweigen sich verbreitende Muskulatur äußerst kontraktile Gebilde. Wimperepithel überkleidet die Blättchen, welche viel einfacher als die Kiemenblättchen der Fische gebaut sind. Jedem Blättchen kommt eine Kapillarschlinge zu. Mit dem Integument teilen sie auch die Pigmentierung. Bemerkenswert ist die bedeutendere Länge der Kiemenblättchen oder -Fäden bei denjenigen Urodelen, welche ihre Entwicklung im Uterus oder auch im Ei durchlaufen. Dadurch wird an die fadenförmige Verlängerung der inneren Kiemen bei Selachier-Embryonen erinnert, und es darf wohl dasselbe Kausalmoment als wirksam gelten. Am bedeutendsten ist diese Verlängerung bei Salamandra atra

und bei Cöcilien (Ichthyophis), wo sie sich nicht bloß auf die Blättchen, sondern auch auf den Stamm der Kieme erstreckt." / GEGENBAUR *01.*)

1. Urodela.

a) Caecilioidea.

α) Amphiumidea (Derotremata).

/ Aus den unklaren und lückenhaften Berichten der Autoren ergibt sich, daß alle Derotremen in gewissen Stadien ihrer Entwicklung im Ei und vielleicht auch für eine darauffolgende, dann aber sicherlich recht kurze Zeit des Larvenlebens im Wasser drei Paar, den drei ersten Kiemenbogen zugeordnete, äußere Kiemen mit einem wenig ausgeprägten, weder Muskeln noch Nerven enthaltenden Mittelstrahl und — nur bei Amphiuma hie und da noch verzweigten, sonst stets unverzweigten Seitenstrahlen, nebst einem gleichartigen Endstrahl besitzen.

β) Caeciliida.

Die wirklichen äußeren Kiemen bei Cäcilien (Ichthyophis glutinosus FITZINGER = Epicrium glutinosum) wurde erst von den beiden SARASIN (Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschungen auf Ceylon, Wiesbaden 1890, Bd. II, Heft 1 und 2) gefunden und in ihrer gesamten Entwicklung in Wort und Bild dargestellt. / (CLEMENS *94.*)

/ JOH. MÜLLER (Über die Kiemenlöcher der jungen Caecilia hypocyanea, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1835) hat eine ausgezeichnete Schilderung des Kiemenkorbes der Larve und des ausgewachsenen Tieres gegeben. Die äußeren Kiemen von Ichthyophis haben nach SARASIN die größte Ähnlichkeit mit denen der Salamanderlarve. Das Kiemenloch der Larven oder das Spiraculum wurde von JOH. MÜLLER entdeckt. Dem dritten bis fünften Kiemenbogen sitzen Hautläppchen an, welche zweifellos den sog. Kiemenplatten der Salamanderlarven entsprechen. Die beiden SARASIN neigen zu der Ansicht, daß diese an dem Knorpelbogen sitzenden Flügelchen als Rudimente echter innerer Fischkiemen aufzufassen seien. / (SARASIN *90*, Bd. II, H. 4, p. 233—236.)

/ CLEMENS fügt als Ergebnis mikroskopischer Untersuchung bei, daß der Schaft der Kieme ein 2—3-schichtiges, abgeplattetes bis kubisches Epithel besitzt und daß in seinem Innern außer zellreichem Bindegewebe zwei große und mehrere kleine Gefäße zu finden sind; Muskeln und Nerven sind nicht darin enthalten. Am Epithel schienen hie und da Reste eines Flimmerbesatzes vorhanden zu sein. Die Seitenzweige zeigen ein meist nur gegen die Spitze hin zweischichtiges plattkubisches Epithel, das zwei konstante größere kapillare Randgefäße und ein paar dazwischen befindliche Kapillaren nebst geringem Bindegewebe umschließt. Die Organe gehen bei der Wanderung der Larve ins Wasser, oder gleich darauf verloren, es sind also embryonale Respirationsorgane (Gasaustausch mit den Sekreten der Mutter), außerdem auch embryonale Wasserresorptionsorgane (durch die Eihülle, der sie anliegen, hindurch); da zugleich auch Nährstoffe und Salze aus den Sekreten der Mutter resorbiert werden, sind sie auch embryonale Nutritionsorgane.

b) Salamandroida.

α) Salamandrida.

Die ältere Literatur (ARISTOTELES, IMPERATI, WURFFBAIN, CUVIER, BLUMENBACH, v. SCHREIBERS, RATHKE, FUNK, DAUDIN, v. SIEBOLD,

Rusconi; dann Boas, Maurer, van Bambeke, Gasco, Lessona) über die Kiemen der Salamandridenlarven siehe bei Clemens *94* p. 41 ff.

Triton.

Das Epithel der Kiemenfäden von Tritonlarven ist kubisch bis mäßig abgeplattet, nach der Spitze zu meist einschichtig, an der Basis fast immer zweischichtig. Die Zellen haben einen runden Kern und sind bucklig vorgewölbt. Hie und da sieht man daran Residuen eines Flimmerbesatzes. Bei frischer Untersuchung einer Kieme von Salamandra mac. sah Clemens (an den Kiemenfäden, nie am Kiemenkörper) deutlich zahlreiche Büschel längerer Flimmerhaare, wie sie schon Leydig (Hautdecke und Hautsinnesorgane der Urodelen. Morph. Jahrb., Bd. II, Fig. 23) beschrieb und zeichnete, die alle in lebhaftester nach außen gerichteter Bewegung waren. Zwischen den beiden Reihen der Kiemenfäden besteht das Epithel aus zwei bis drei Schichten großkerniger protoplasmaarmer Zellen. Der fortsatzfreie Rücken der Kieme zeigt erst eine einfache Schicht ziemlich platter Epithelzellen, dann eine meist doppelte Lage großer Zellen mit hellem, etwas vakuolärem Protoplasma und relativ kleinen Kernen (Leydigsche Zellen), zwischen denen, namentlich in der tieferen Schicht, Zellen des gleichen Charakters, wie die der anderen Seite, eingestreut sind. Hie und da findet man im Epithel des Kiemenkörpers spärliches, schwarzes bis gelbbräunliches Pigment, das dem Epithel der Kiemenfäden gänzlich fehlt. Das Epithel des Kiemenkörpers sowie der Kiemenfäden zeigt nach Paulicki (*84*) p. 163 stets sehr reiche Kernteilungsfiguren.

Gegen das Bindegewebe ist das Epithel von einer durch Hämatoxylin sich violett färbenden Basalmembran abgegrenzt, die den Kiemenfransen fehlt.

Die große Masse des Kiemenkörpers wird von einem ziemlich zellarmen fibrillären Bindegewebe gebildet. Innerhalb befindet sich an der Seite der Kiemenfäden eine Arterie von einem ziemlich breiten Ringe eines grobmaschigen Netzes gelbbraunen Pigmentes umgeben. Am Rücken der Kieme, nahe dem Epithel, liegt die Vene von einem schmalen Pigmentkranz umgeben. Es sind dies die beiden Gefäße, deren Pigmentstreifen man schon bei makroskopischer Besichtigung durchschimmern sieht. Daneben sieht man noch im Bindegewebe an verschiedenen Stellen kleine Gefäße — die von den Kiemenfransen zurückführenden Venen. Die Kiemenfransen haben stets zwei ungeteilt an den Kanten verlaufende kapillare Gefäße. Zwischen diesen befindet sich ein zellreiches, von dünneren Kapillaren durchzogenes Bindegewebe mit reichlichem, netzförmig verzweigtem, schwarzem Pigment.

Zu jeder Seite der Kiemenarterie liegt ein Muskel, der ungeteilt den Kiemenkörper bis zur Spitze durchzieht und nie Fortsätze in die Kiemenfäden sendet. In der Nähe des einen Muskels findet sich konstant ein Nervenbündel, von dem Clemens nie Fortsätze in die Kiemenfäden verfolgen konnte.

Die Gefäße bilden sich nach Maurer *88*, p. 15 f. derart, daß sich gleichzeitig drei primäre Gefäßbögen und drei, von jenen sich lateral ausbuchtende, sekundäre Gefäße bilden, die sich in den kolbenförmigen Kiemenfortsatz hinein erstrecken und mit dessen weiterer Verzweigung sich ebenfalls teilen. Stets liegt im keilförmigen Kiemenkörper, wie in dem primären Bogen, die Arterie ventral, also den Kiemenblättchen genähert, die Vene dorsal; bei flächenhafter Ausbreitung des Kiemenkörpers liegt die Arterie innen, die Vene außen.

Nach PLESSEN und RABINOVICZ und WIEDERSHEIM versorgt der Vagus die äußeren Kiemen. Nach WILDER *91* jedoch wird bei Siren die erste und dritte Kieme vom Vagus, die zweite vom Glossopharyngeus versorgt. Nach J. G. FISCHER *64* wechselt das Verbreitungsgebiet des Vagus und des Glossopharyngeus bei den verschiedenen Perennibranchiaten./ (CLEMENS *94*.)

/ Triton cristatus: Die Kiemen bei der Larve sind dadurch von denen der Salamanderlarve verschieden, daß sie länger, mit einer weit größeren Anzahl Blätter versehen sind; die einzelnen Blätter sind kurz; ebenso wie bei Salamandra nehmen die Kiemen nach hinten an Größe zu./ (BOAS *82*.)

Salamandra.

/ Es tritt ein 0,5‴ dicker quergestreifter Muskel in die Kiemenstämme der Salamanderlarven ein. Auch dunkelrandige Nerven sind in den Kiemenstämmen sichtbar, dagegen kein Knorpel. Das Epithel ist mit Flimmercilien versehen./ (LEYDIG *53a*).

/ BOAS beschreibt die Kiemen der Salamanderlarven folgendermaßen: Bei noch nicht ganz ausgetragenen aus dem Uterus entnommenen Larven sitzen an einem kurzen Stamm zwei Blätter, deren eine Fläche nach oben (und etwas dem Stamme zu), die andere nach unten (und etwas vom Stamme weg) gerichtet sind; der Stamm endigt gewöhnlich mit einem solchen Blatt; die Spitzen der Blätter sind nach hinten und außen (im Verhältnis zur Achse der Kieme) gerichtet. Setzt man die Larven ins Wasser, so verkleinern sich die Kiemenblättchen ganz rapid./ (BOAS *82*.)

/ Bei Salamandra atra besitzen die Kiemen einen sehr ausgebildeten Kiemenkörper; die mehrfach, z. B. auch von WIEDERSHEIM in Lehrbuch und Grundriß reproduzierte Abbildung von Frl. VON CHAUVIN ist in dieser Hinsicht unrichtig. Die Fransen, sowie der ganze Kiemenkörper zeigen zahlreiche, hellbraune Pigmentpunkte. Bei der mikroskopischen Untersuchung fällt vor allem die geringe Dicke des Epithels des Kiemenkörpers auf: es ist zweischichtig, zudem ist noch die obere Schicht, besonders an der Außenfläche, beträchtlich abgeplattet und von jenen großen protoplasmareichen Zellen, die sich am Kiemenkörper der Tritonkieme finden, ist nichts zu bemerken. Das Epithel zeigt hie und da gelbes Pigment. Das Epithel der Kiemenfäden ist bald ein- bald zweischichtig. Cilien hat WIEDERSHEIM *90*, p. 477 darauf nicht wahrgenommen. Dicht unter dem Epithel findet sich an der Außenseite neben einer großen, von gelbem Pigment umgebenen Vene, eine größere Anzahl (bis acht) meist quer, seltener längsgetroffener kleiner Gefäße. Neben der Hauptarterie an der Innenseite finden sich noch zwei bis drei kleinere, nicht selten auf der größeren Strecke ihres Verlaufes von der Arterie zu den Kiemenfäden längs getroffene Gefäße. Die Kiemenfäden besitzen außer den zwei Randgefäßen zahlreiche Kapillaren in dem ziemlich breiten, mit gelbem Pigment reichlich versehenen Bindegewebe des Achsenstrahls.

Die zwei zu beiden Seiten der Arterie liegenden Muskelbündel sind konstant in je drei gespalten. Ebenso ist der Nerv nicht mehr einheitlich. Gegen die Spitze zu wird das Bindegewebe gefäß- und zellreicher, das Epithel mehrschichtiger, die Kiemenfäden scheinen manchmal nur aus Epithel zu bestehen — offenbar finden hier noch lebhafte Wachstumsvorgänge statt; CLEMENS schließt daraus, daß die von ihm untersuchten Kiemen noch nicht ausgewachsen waren.

CLEMENS glaubt, daß auch hier diese Kiemen embryonale Respirations- und Nutritionsorgane sind, und zwar scheint hier hauptsächlich auch der Kiemenkörper diesen Leistungen angepaßt zu sein.

Bei Salamandra mac. ist die Umgestaltung der Kieme für Funktionen des Embryonallebens im mütterlichen Körper in engen Grenzen gehalten, dafür aber auch die Möglichkeit einer Umwandlung der Kieme zu einem Atmungsorgane der weiterhin im Wasser lebenden Larve beibehalten worden. Die histologische Struktur ist, abgesehen von dem allen Salamandridenkiemen gemeinsamen, sehr abwechselnd, und zeigt ebenso wie die Gesamtform mannigfache Übergänge zwischen der Tritonkieme und der Kieme von Salamandra atra./ (CLEMENS *94*.)

/SCHWALBE bestätigt im wesentlichen die Angaben von CLEMENS über den feineren Bau der äußeren Kiemen der Salamanderlarve (Salamandra atra), so die Existenz des von CLEMENS beschriebenen Nervenstämmchens und der Längsmuskelbündel. Das Grundgewebe der äußeren Kiemen besteht aus einem zwischen den zahlreichen Gefäßen ausgesponnenen retikulären Bindegewebe mit weiten Maschenräumen. Die Blutkapillaren liegen dicht unter dem Epithel. Im kontrahierten Kiemenfaden erscheint Gefäß neben Gefäß, der Faden ist dann stark verschmälert, ohne in der Länge eine Änderung erfahren zu haben, von relativ hohem Epithel bedeckt, das Zwischengewebe zwischen den dicht gelagerten Blutgefäßen durch letztere mehr oder weniger verdeckt. Von Muskelfasern, welche diese Kontraktion etwa bewerkstelligt hätten, konnte SCHWALBE ebensowenig wie CLEMENS in den Kiemenfäden etwas wahrnehmen. Im geschwellten Zustand ist entsprechend einer ansehnlichen schon makroskopisch sichtbaren Verbreiterung und Verdickung der Kiemenfäden das innerhalb des Epithels befindliche Stroma über einen ungleich größeren Raum verteilt. Die Blutgefäße haben sämtlich ihre subepitheliale Lage bewahrt, aber zwischen ihnen spannt sich durch den Stromaraum ein zellenhaltiges weitmaschiges Netz feinster Bindegewebsbälkchen; die Anordnung dieser Bälkchen ist oft eine ausgesprochen senkrecht zur Achse des Fadens orientierte, also quere. SCHWALBE denkt daran, daß der vorhandene intrabranchiale Lymphdruck das kausale Moment der Veränderungen im Volumen der Kiemenfäden sein könnte. Auffallend ist, daß zwar auf den Kiemenfäden von Triton (LEYDIG) und Salamandra maculosa (CLEMENS) Flimmerepithel vorhanden sein soll, auf denen von Salamandra atra aber nach WIEDERSHEIM nicht. SCHWALBE dagegen findet auch bei S. atra an den Kiemenfäden stets Wimperepithel, das aber in seinen Erscheinungsformen sehr wechselt (vgl. auch oben p. 44 die Angaben S. MAYERS). Ist der Kiemenfaden geschwellt, das Epithel also gedehnt, so sitzen lange, äußerst feine vergängliche Flimmerhärchen auf einer sehr platten Epithelzelle. Im sog. kontrahierten Zustande wird der Zellkörper der Flimmerepithelzellen bedeutend höher und zugleich schmäler; das Epithel erscheint nun als ein kubisches Flimmerepithel. Die Richtung des Flimmerstromes geht (wie auch CLEMENS meint) an den Kiemenfäden von der Basis zur Spitze. Wie CLEMENS für Larven von Salamandra mac. angibt, findet SCHWALBE bei Larven von Salamandra atra, daß sich das Flimmerepithel auf die Kiemenfäden beschränkt und dem Kiemenkörper fehlt. Da aber jüngere Stadien der Kiemen durch relativ schmalen Kiemenkörper und relativ lange Kiemenfäden ausgezeichnet sind, während später der blattartige Kiemenkörper bedeutend dominiert, so besitzt das Flimmerepithel in jungen Stadien eine größere Verbreitung auf den Kiemen der Larven von Salamandra atra und wird wenigstens im Wurzel-

gebiet der Kiemenfäden später durch Pflasterepithel ersetzt. Das nicht flimmernde Epithel des Kiemenkörpers ist, wie SCHWALBE in Übereinstimmung mit CLEMENS findet, an der den Embryo zugekehrten Innenfläche der Kieme, welche morphologisch ihre ventrale Fläche ist, dicker, als an der entgegengesetzten Außenfläche, wodurch außerordentlich günstige Verhältnisse für einen Gasaustausch mit den Uteringefäßen (wie für Resorption flüssiger Substanzen aus dem mütterlichen Blute) geschaffen sind. / (SCHWALBE *96*.)

/ Querschnitte von Kiemenplättchen der Salamanderlarven zeigen, daß zwei Epithellamellen einen Raum begrenzen, welcher von Bindegewebszellen, Blutgefäßen und Nerven durchsetzt wird. Jede Epithellamelle stellt ein zweischichtiges, aber sehr stark abgeplattetes Epithel dar. Die einzelnen Zellen sind plattenförmig, der Kern befindet sich etwa in der Mitte der polygonalen Platte und treibt dieselbe auf dem Querschnitt nach beiden Seiten hervor, so daß der mediane Querschnitt einer solchen Zelle etwa spindelförmig erscheint. Die Zellen beider Schichten stoßen mit ihren Kanten an diejenigen der Nachbarzellen derselben Schicht an, wobei der kernhaltige aufgetriebene mittlere Teil der Zellen der unteren Schicht die Lücken ausfüllt, welche zwischen den Kernen der oberen Schicht freigeblieben sind, es alternieren daher die Kerne der einen Schicht regelmäßig mit denen der anderen; auf dem Querschnitt erscheint auch die Dicke einer Epithellamelle überall annähernd gleich. Der Kern zeigt wabiges Karyoplasma (LININ). Jeder Kern enthält eine wechselnde Anzahl von Nukleolen. Die Kerne sind in der Regel polymorph; Lochkerne sind nicht selten. Das Cytoplasma ist gleichfalls exquisit wabig gebaut. In den ruhenden Zellen ließen sich Zentrosomen oder Zentralkörper nachweisen. Dieselben sind stets in der Zweizahl vorhanden und durch einen Faden verbunden, von einer Attraktionssphäre war niemals etwas zu bemerken. Die Zentrosomen liegen meist in einer der vielen Ausbuchtungen der polymorphen Kerne. An diesen Zellen beschreibt v. ERLANGER die Kernteilung eingehend. / (v. ERLANGER *96*).

Amblystoma mexicanum.

/ Bei Siredon verhalten sich die drei Kiemen folgendermaßen. Am Hinterrande des Stammes sitzen die Kiemenblätter in zwei Reihen, ohne jedoch ganz dieselbe Regelmäßigkeit innezuhalten wie bei Salamandra; zuweilen sitzen ein paar Blätter, derselben Reihe angehörig, nebeneinander. Einzelne von den Blättern sind in mehrere Zipfel geteilt, und durch eine weitere Fortsetzung dieses Prozesses kann man sich leicht die Entstehung der genannten „Unregelmäßigkeit“ denken. Die Blätter sind sehr lang, und in jeder Reihe finden sich vielmal so viele als bei der Salamanderlarve. / (BOAS *82*).

/ Das Epithel des Kiemenkörpers eines 9 cm langen Siredon zeigt dieselben Schichten, nur dicker, wie die Tritonkieme. Das Protoplasma der großen Zellen ist stärker granuliert. Außer der gewöhnlichen Arterie findet sich im Rücken der Kieme noch konstant eine und meist eine zwischen den Muskeln; zahlreiche Venen, besonders am Rande, eine größere an der Innenseite. Nach außen von der Arterie liegt ein größeres, höchstens durch dünne Bindegewebssepta in drei Teile zersprengtes Muskelbündel, an der Innenseite, parallel dem Rande sich hinziehend, 5 – 8 wechselnd große. Die Muskeln verlieren sich bei Beginn des letzten Viertels des Kiemenkörpers. Ein einheitlicher Nerv ist nicht vorhanden: man trifft

an der Außenseite meist einen. an der Innenseite 2—3 in der Nähe der Muskeln. Nerven und Muskeln gehen hier ebensowenig wie sonst irgendwo in die Kiemenfäden hinein. Das Epithel der Kiemenfäden ist ein- bis zweischichtig; auch CARRIÈRE *85* p. 23 zweifelte an der Einschichtigkeit. An jeder Kante befindet sich ein größeres Gefäß, dazwischen pigmentreiches Bindegewebe mit zahlreichen Kapillaren. / (CLEMENS *94*.)

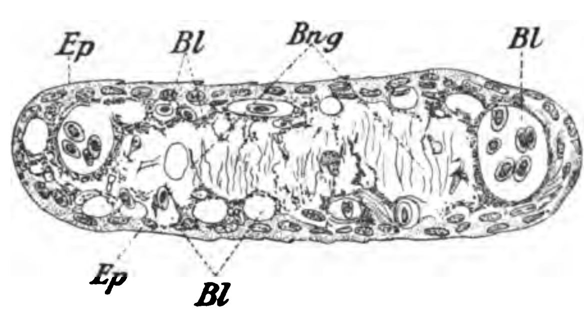


Fig. 13. **Kiemenfaden (Kiemenlamelle) des Axolotl (Siredon)** (Querschnitt). *Ep* Epithel; *Bng* Bindegewebe; *Bl* unter dem Epithel, in der Bindegewebsschicht liegende Kapillare. Seitlich am Querschnitte sind die Arterie und Vene der Kiemenlamelle zu sehen. Sublimat und Essigsäure; Safranin und Methylgrün. Vergr.: 187fach, reduziert auf $^{9}/_{10}$. — (Nach FAUSSEK *02*).

/ Beim Axolotl (siehe Fig. 13) zieht sich längs der Achse jedes Kiemenfadens oder Kiemenlamelle eine Bindegewebsschicht, die reich an Pigmentzellen ist. Längs den schmalen Rändern der Lamelle ziehen die Arterie und Vene derselben hin; ein Kapillarnetz liegt hauptsächlich zwischen dem äußeren Epithel und dem Bindegewebe, an den flachen Seiten der Lamellen, wobei die Maschen des Netzes ziemlich breit sind, so daß auf Schnitten die Lumina der Kapillare, durch Bindegewebe getrennt, ziemlich weit voneinander liegen und eine klar ausgeprägte Endothelschicht haben./ (FAUSSEK *02*.)

Auch das makroskopische Verhalten der Axolotlkieme beschreibt FAUSSEK *02*.

β) Ichthyoda.

Menobranchus lateralis (= Necturus maculatus Cope).

/ Die Kiemen von Menobranchus lassen sich von den Salamanderkiemen ableiten. Der Stamm der Kiemen ist ein stark zusammengedrücktes Blatt geworden, dessen Hinterrand durch mehrere Einschnitte gelappt erscheint; die Oberfläche des Stammes ist also stark vergrößert. Diese Vergrößerung steht in nächster Beziehung zur ungeheuer starken Vermehrung der Zahl der Kiemenblätter; die Kiemenblätter sitzen nicht mehr in zwei Reihen, sind vielmehr an beiden Seiten des blattartigen Stammes placiert; dessen Vorderrand und die demselben angrenzenden Partien tragen jedoch keine Blätter. Die Kiemenblätter sind klein, kaum breiter noch länger als bei einer aus dem Uterus genommenen, nicht ganz ausgetragenen Salamanderlarve. Die drei Kiemen nehmen, wie gewöhnlich, von vorn nach hinten an Größe zu, jedoch ist der Unterschied kein großer. — Die Menobranchuskieme zeigt im Vergleich mit der Salamanderlarve eine bedeutende Flächenvergrößerung entsprechend dem bedeutenderen Volumen des Tieres und diese Flächenvergrößerung wird dadurch erzielt, daß die Zahl der Kiemenblätter eine sehr große geworden ist, während jedes Blatt klein blieb./ (BOAS *82*.)

/ Der Kiemenkörper von Menobranchus besitzt an der Spitze ein mehrschichtiges Epithel von platten bis langgestreckten Zellen; mehr am Ursprung eine dünnere Schicht platter Zellen und darunter eine Schicht großer monoazinöser Drüsen; unter dem Epithel eine dicke, aus zell-

armem Bindegewebe bestehende Grenzlamelle. Die Anordnung und Zahl der Gefäße, Muskeln, Nerven ist wie beim Axolotl. Das sehr zellreiche Bindegewebe zeigt viele elastische Fasern. Das gelbbraune Pigment liegt nicht um die Gefäße herum, sondern unter dem Epithel. Die Kiemenfäden verhalten sich wie beim Axolotl. / (CLEMENS *94*.)

Die den Stamm der äußeren Kiemen bei Menobranchus überkleidende Epidermis trägt ganz die Attribute der äußeren Haut. So zeigt sie z. B. wohlentwickelte LEYDIGsche Zellen.

In Fig. 14 und 15 gebe ich bei schwächerer und stärkerer Vergrößerung Abbildungen von Querschnitten durch Kiemenlamellen (Fäden) von Menobranchus lateralis, welche die Beschreibung von CLEMENS im allgemeinen bestätigen. Es zeigt sich wesentliche Übereinstimmung im

Fig. 14. Fig. 15.

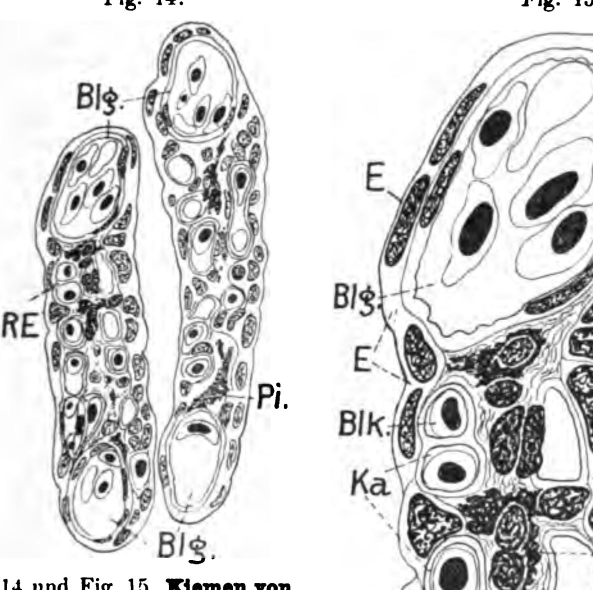


Fig. 14 und Fig. 15. **Kiemen von Menobranchus lateralis.** Fig. 14 zeigt die Querschnitte zweier Kiemenblättchen bei schwächerer (200facher, reduziert auf $^9/_{10}$) Vergrößerung, Fig. 15 das obere Ende des linken der beiden bei etwas stärkerer (520facher, reduziert auf $^9/_{10}$) Vergrößerung. *Blg* Blutgefäße (Randgefäße), *Re* Respiratorisches Epithel (mit Kapillaren), *Pi* Pigment. *E* Oberflächenepithel. *Blkö* Blutkörperchen in den Gefäßen. *Blk* Blutkörperchen in den Kapillaren *Ka*.

Bau zwischen den größeren Randgefäßen und den Kapillaren, welche das respiratorische Epithel an den Breitseiten der Lamelle bilden. Stets berührt das Endothel des Gefäßes unmittelbar das Oberflächenepithel. Da nun das respiratorische Epithel zweifellos der Atmung dient, dürfen wir annehmen, daß die nach demselben Typus gebauten Randgefäße gleichfalls der Atmung dienen, was, wie oben dargelegt wurde, für die Auffassung der Bedeutung der äußeren Kiemen der Haifischembryonen von Wichtigkeit ist.

Proteus anguineus.

Das makroskopische Verhalten der Proteuskieme siehe bei FAUSSEK (*02*).

/Die Kiemen des Proteus sind Hautfortsätze. Es kam LEYDIG vor, als ob die Kiemenbüschel im Innern einen zarten, aus dicht aneinanderliegenden Zellen bestehenden Knorpel besäßen. (Letzteres konnten spätere Autoren nicht bestätigen.) Die Kiemen sind mit 0,006‴ langen, äußerst zarten, auf Plattenzellen sitzenden Flimmercilien versehen.

In jedes sekundäre Kiemenläppchen geht eine Gefäßschlinge, die, obgleich 0,014‴ breit, sich nicht weiter verzweigt und HYRTL leugnet daher mit Recht die Bildung eines kapillaren Netzes in den Kiemenblättchen, doch faßt LEYDIG das Gefäß als Kapillarschlinge auf, denn als er die feinsten Kapillaren des Schwanzes vergleichend maß, so sah er, daß sie von demselben Kaliber sind. Die so enorme Größe der Blutkügelchen bedingt eben auch weite Gefäßkapillaren./ (LEYDIG *53a.*)

/LEYDIG bildet das freie Ende einer Kieme von Proteus anguineus ab. Dieselbe zeigt niedriges kubisches Epithel (aber kein respiratorisches Epithel, sondern ganz gleichmäßiges)./ (LEYDIG *57.*)

/Das Kiemenepithel bei Proteus anguineus zeigt zu oberst eine Lage von Flimmerzellen, welche jedoch nicht zylindrisch, sondern mehr abgeplattet prismatisch gestaltet sind, von der Fläche betrachtet meist viereckig, oblong oder rhombisch geformt erscheinen und mit äußerst feinen Wimpern ausgestattet sind. Diese Zellen haben eine Höhe von 25—35 μ, bei einem mittleren Breitendurchmesser von 36—50 μ. Ihre Kerne rund bis kurz elliptisch, von einem mittleren Durchmesser von 25—35 μ, enthalten gewöhnlich 8—20, sehr häufig 16 Nucleoli von 2—3,5 μ Durchmesser./ (AUERBACH *74.*)

/Die Kiemen verhalten sich bei Proteus folgendermaßen: Es findet sich ein Stamm mit zwei Reihen von ziemlich zahlreichen, ziemlich breiten Blättern; von dem Stamm gehen außerdem Äste ab, die ebenso wie die Blätter sitzen und zwischen diesen abgehen; sie sind mit Blättern, die sich ebenso wie die des Hauptstammes verhalten, besetzt; einige von diesen Ästen sind bisweilen so stark, daß es schwierig ist, zu sagen, was Hauptstamm ist, und was Äste sind; andere sind ganz klein, mit wenigen Blättern versehen; zuweilen finden sich viel kleinere Äste, zuweilen ein paar große. — Auch diese Kiemenform ist unschwer von der Salamanderkieme abzuleiten./ (BOAS *82.*)

/Der Kiemenkörper ist bei Proteus verzweigt (8—10 Äste). Die Kiemenfäden sitzen sowohl am Stamme wie an den Ästen und Zweigen an der ganzen unteren inneren Fläche sowie an den Kanten. Der Kiemenkörper besitzt ein dickes Epithel, außen mehr glatt, dann zylindrisch, das weder LEYDIGsche Zellen, noch Drüsen besitzt. Die Grenzlamelle besteht fast ganz aus elastischem Gewebe, darunter befindet sich reichliches Pigment.

Der noch ungeteilte Kiemenkörper besitzt zwei große Arterien und 6—8 Venen. Sowohl vor wie nach der Teilung ist der Kiemenkörper fast ganz von den Gefäßen erfüllt, daneben besteht nur wenig ziemlich zellreiches Bindegewebe mit elastischen Fasern. Einen Knorpel, den LEYDIG *57*, p. 381 darin gefunden zu haben glaubt, oder gar einen Knochen, wie ihn STEINHEIM, S. L. (Die Entwicklung der Frösche. Hamburg 1820, p. 24) erwähnt, hat CLEMENS wie auch schon J. G. FISCHER *64* nie gesehen.

Die Muskeln zeigen nur an der Basis des Kiemenkörpers eine beträchtliche Entwicklung, verjüngen sich bald und sind nur als dünne

Bündel eine ganz kurze Strecke weit in die drei Arme hinein zu verfolgen. Neben den Muskeln findet sich eine Anzahl kleiner Nervenstämme.

Die Kiemenfäden zeigen zwischen den beiden Randgefäßen zahlreiche Kapillaren und wenig Bindegewebe. Wenn C. K. HOFFMANN in BRONN (*unvoll.*) Amphibien p. 572 schreibt: „Die Bildung kapillarer Netze kommt in den Kiemenblättchen nicht vor", so trifft das also wenigstens für die voll entwickelte Kieme nicht zu. / (CLEMENS *94.*)

/ Bei Proteus nähert sich der Bau der Kiemenlamellen (s. Fig. 16) schon sehr dem Bau derselben bei den Fischen. Die Bindegewebsschicht der Lamellen ist hier viel schwächer entwickelt als beim Axolotl, und

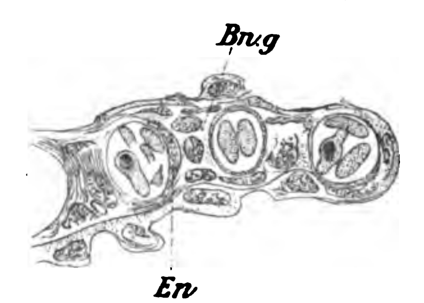


Fig. 16. **Kiemenblättchen (Kiemenlamelle) von Proteus anguineus.** Durchschnitt. *Bng* Bindegewebe, zwei Kapillaren trennend und den Charakter einer Stützzelle annehmend. *En* Kern einer Endothelzelle in einer Kapillare. Die Kapillaren besitzen also eine selbständige Endothelwand. Vergrößerung 333fach, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach FAUSSEK *02.*)

die Kapillaren nehmen verhältnismäßig viel mehr Raum ein; sie liegen schon nicht mehr zwischen Epithel und Bindegewebe, wie beim Axolotl, aber ihre Lumina nehmen fast den ganzen Querschnitt der Kiemenlamelle ein. Sie sind durch bindegewebliche Zwischenstränge getrennt, die quer durch die Lamelle von einer Epithelfläche zur anderen ziehen und vollständig an die Stützzellen der Kiemenlamellen der Fische erinnern. Doch haben die Kapillaren bei Proteus ihre eigenen Wände: überall nämlich kann man lange, dünne ausgedehnte Endothelkerne in den Wänden dieser Gefäße sehen.

Noch bemerkt FAUSSEK, daß die Epitheldecke der Kiemenlamellen bei Proteus und dem Axolotl, wenigstens auf einiger Ausdehnung, ebenso wie bei den Fischen aus einer Schicht sehr niedrigen Epithels besteht. / (FAUSSEK *02.*)

Siren lacertina.

/ Der Kiemenapparat bei Siren lacertina besteht aus drei Zylindern, welche von dem ersten bis zum dritten, der doppelt so groß wird und 14 mm mißt, wachsen. Mit der Größe wachsen auch die Verzweigungen. Genaue makroskopische Beschreibung der Kiemen und Kiemenspalten siehe bei VAILLANT. / (VAILLANT *63.*)

/ Bei Siren ist die Verästelung des Stammes noch weiter gegangen als bei Proteus, die Äste haben sich wieder verzweigt, die dadurch entstandenen kleineren Äste zum Teil wieder, so daß man bei diesen Kiemen fast von baumförmiger Verästelung sprechen könnte, besser wäre der Vergleich mit einem vielfach verzweigten Farnblatt, doch beide Vergleiche hinken. Wie bei Proteus ist ein Stamm vorhanden mit zwei vielfach gebuchteten Blätterreihen. / (BOAS *82.*)

/ An einer weniger gut ausgebildeten Kieme von Siren lacertina konnte CLEMENS konstatieren, daß die Verhältnisse, abgesehen von der geringen Zahl und Ausbildung der Kiemenfäden, ganz analog den bisher beschriebenen Kiemen sind, nur zeigt der Kiemenkörper eine viel be-

trächtlichere Ausbildung des Bindegewebes, die für diese Form der Kiemen charakteristisch sein dürfte.

2. Anura.

Während das Stadium der inneren Kiemen Monate dauert, dauert das der äußeren höchstens wenige Tage. / (CLEMENS *94.*)

/ Die äußeren Kiemen der Froschlarve legen sich an als einfache Ausbuchtungen, an denen die Epidermis von dem darunter liegenden Gewebe vorgedrängt ist. / (NAUE *90.*)

Rana temporaria.

/ Bei mikroskopischer Betrachtung eines frischen Kiemenfadens sieht man ihn von einer großen Anzahl von Büscheln von Flimmerhaaren, die auf etwas prominenten Zellen stehen, bekleidet. Das ziemlich dicke Epithel scheint aus einer Schicht kubischer Zellen zu bestehen, die Beurteilung ist durch die sehr starke Pigmentierung sehr erschwert. Im Inneren findet sich ein feiner, aus gallertigem Bindegewebe bestehender Achsenstrahl; zwischen ihm und dem Epithel die Schlinge eines ziemlich weiten Gefäßes. Der Kiemenstamm zeigt nur etwas weitere Gefäße, sein ebenfalls mit Flimmerhaaren versehenes Epithel ist nicht dicker als das der Kiemenfäden. Ebenso wie bei den Urodelenkiemen liegt stets das arterielle Gefäß ventral, das venöse dorsal.

Außer diesen dorsalen äußeren Kiemen bestehen nach GOETTE bei Bombinator igneus noch mediale Außenkiemen, die, wie es scheint, nur HUSCHKE und vielleicht auch K. E. v. BAER außer ihm bisher gesehen haben. / (CLEMENS *94.*)

Alytes.

/ EBERTH lenkt die Aufmerksamkeit auf die mit äußeren Kiemen innerhalb des Eies atmosphärische Luft atmenden Froschlarven (so: Alytes). / (EBERTH *63.*)

/ Von dem Flimmerepithel der Alyteskieme sagt C. VOGT (Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Geburtshelferkröte. Solothurn 1842, p. 61): „Die Flimmerhaare sind so außerordentlich fein, wie ich sie noch bei keinem anderen Epithelium erblickt habe, und es hält äußerst schwer, sie anders als durch die von ihnen bewirkte Strömung zu erkennen.“ Das mikroskopische Bild unterscheidet sich dadurch wesentlich von dem der Ranakieme, daß wir hier ein ganz dünnes, plattes einschichtiges Epithel haben — nur an der Basis ist es deutlich kubisch und zweischichtig.

Nototrema oviferum Gthr. (= Notodelphys ovifera WEINLAND).

WEINLAND D. FR. (Über den Beutelfrosch. MÜLLERS Archiv 1854) berichtet: Die Kiemen zeigen Glockenform und sind durch Stränge befestigt. Jeder der beiden $^1/_3$ mm dicken Stränge ist ein Schlauch, der zwei Gefäße enthält, die in den Kiemenglocken sich verzweigen und in ein dichtes Kapillarnetz sich auflösen. Der Schlauch besteht aus polygonalen Epithelzellen. An jeden Schlauch verlaufen seiner ganzen Länge nach breite Streifen quergestreifter Muskelprimitivbündel. Dieselben liegen konstant in der Mittellinie des Stranges, d. h. da, wo die beiden im Innern verlaufenden Gefäße sich mit ihren Wandungen berühren. Gegen die Glocken hin werden sie seltener und, wo die Stränge in die Glocken sich einsenken, hören sie auf. Durch den Besitz von eigenen, in die Hautausstülpung hinein sich erstreckenden Muskeln unterscheiden sich

diese Kiemen von allen übrigen Anurenkiemen und schließen sich hierin der Organisationsstufe der Salamandroidenkiemen an, indem der Stiel dem Kiemenkörper und die Glocke den Kiemenfäden morphologisch und physiologisch entspricht. Flimmerepithel fand WEINLAND an seinen Weingeistexemplaren nicht. Auch diese Kiemen wurden später durch innere Kiemen ersetzt. / (CLEMENS *94*.)

Innere Kiemen.

Cyclostomata.

Myxinoiden.

/ Die Atmungsorgane bestehen bei den Myxinen aus 6 Kiemensäcken, bei den Bdellostomen ebenfalls aus 6—7 Kiemensäcken. Diese Kiemensäcke stehen durch Ductus branchiales interni mit der Speiseröhre, durch Ductus branchiales externi mit der äußeren Haut oder den äußeren Kiemenöffnungen in Verbindung.

Die Kiemen von Bdellostoma sind häutige, platte runde Säcke, die auf ihrer äußeren Oberfläche fast glatt und nur am zirkulären Rande etwas eingekerbt sind. Joh. MÜLLER beschreibt dieselben auf p. 262f. makroskopisch. Die Atemorgane der Myxinen bestehen aus denselben Teilen wie bei den Bdellostomen, die äußeren Kiemengänge sind nur anders angeordnet. / (JOH. MÜLLER *34*.)

/ Die Kiemenblätter der Myxinoiden gehen von der einen zur andern Wand des Kiemensacks hinüber und sind an beiden Wänden gerade da angeheftet, wo die Radien der Verteilung der arteriösen und venösen Gefäße liegen. Sie sind daher radial gestellt und nur der gegen die kurze Achse des platten rundlichen Sackes gerichtete kleine Rand ist frei und sieht gegen den Durchgang vom äußeren zum inneren Kiemengang durch die Kieme. Von dort aus dringt das Wasser in die blinden Vertiefungen zwischen den radialen Scheidewändchen ein. Die Scheidewändchen sind wieder in kleinere Querfalten gelegt, und auf diesen breitet sich das Kapillargefäßsystem der Kiemen aus. Bei Joh. MÜLLER *39a* vgl. auch das Verhalten der Blutgefäße der Kiemen und Nebenkiemen der Myxinoiden. / (JOH. MÜLLER *39a*.)

/ Die äußere Haut der Kiemensäcke von Myxine ist eine seröse Haut. Unter derselben besitzen die Kiemensäcke und Kiemengänge eine Muskelschicht, deren Bündel mit Querstreifen versehen sind. An den Kiemensäcken verlaufen die Muskelbündel in konzentrischen Schleifen, deren Mittelpunkt die Achse des Sackes ist. Am äußeren Kiemengange ist der Lauf der Muskelbündel mehr schief longitudinal, am inneren Kiemengange zirkular. Die Kiemenblätter bilden radial gestellte Scheidewände, auf denen sich das Kapillargefäßsystem der Kiemen ausbreitet. Wimperbewegung der Kiemenschleimhaut sah Joh. MÜLLER nicht. / (JOH. MÜLLER *45*.)

/ Jeder Kiemenbeutel der Myxinoiden ist inwendig von Schleimhaut ausgekleidet und erhält durch eine seröse Membran nicht bloß einen unmittelbaren äußeren Überzug, sondern auch eine beutelartige lose Umhüllung, in welche die Kiemenarterie eintritt. Ein sehr komplizierter Musc. constrictor branchiarum entleert das in die Kiemenbeutel aufgenommene Wasser. / (STANNIUS *46*.)

Petromyzonten.

Nicht alle Autoren geben an, ob sie Petromyzon fluviatilis oder P. Planeri oder P. marinus untersuchten, weshalb ein Vergleich der oft verschiedenen Befunde auf Schwierigkeiten stößt. Weitere Unterschiede ergeben die bei Ammocoetes und die beim erwachsenen Tier erhobenen Befunde.

/ CARUS untersuchte schon 1816 den Petromyzon marinus und fand eine häutige zu beiden Seiten, von sieben runden Öffnungen durchbohrte Röhre, durch welche das durch den Mund aufgenommene Wasser zu den Kiemen geführt wird. Durch die sieben Löcher mündet dieser Kanal in die eigentlichen Kiemensäcke. / (CARUS *16*).

/ Über die Muskeln der Respirationsorgane von Petromyzon marinus siehe MAYER *35* p. 4 ff., eine makroskopische und physiologische Beschreibung der Respirationsorgane findet sich ebenda p. 6 ff. / (A. F. J. C. MAYER *35*.)

/ Die Atemwerkzeuge von Petromyzon fluviatilis bestehen aus einem Bronchus oder Mittelschlauch (Bojanus), sieben Paar Kiemensäcken und ebensovielen Brustfellsäcken, die jene einschließen. Der Kehlkopf liegt nicht unmittelbar hinter der Mundhöhle, sondern, wie die Mündung des Schwimmblasenganges einiger Fische, am Ende des Schlundkopfes. Alle diese Verhältnisse werden von RATHKE eingehend makroskopisch geschildert, ohne Beigabe des mikroskopischen Befundes. / (RATHKE *26*.)

/ RATHKE gibt eine eingehende makroskopische Beschreibung der Kiemenhöhle und der Atemwerkzeuge des Querders (Ammocoetes branchialis), wobei die Form der einzelnen Kiemenblättchen genau geschildert wird. Jedes Kiemenblättchen ist an seiner oberen sowohl als unteren Seite mit einer Menge sehr zarter Rippen oder Leisten versehen, wodurch die oxydierende Oberfläche der Kiemen beträchtlich vergrößert wird. / (RATHKE *27 b*.)

/ Bei den Pricken kann jeder seröse Beutel (Kiemenbeutel) durch eine eigene Muskelschicht verengt werden und die Kiemensäcke werden von außen durch einen starken Muskelapparat zusammengedrückt, der an dem knorpeligen äußeren Kiemenkorbe befestigt ist. / (STANNIUS *46*.)

/ Die Auskleidung der Kiemenhöhle ist bei Petromyzon Planeri ein zweischichtiges Pflasterepithel, dessen obere Zellen eine sehr feine Cuticula tragen.

Mit dem Epithel der Mundhöhle stimmt bei Petromyzon und Ammocoetes vollkommen die Epithelbekleidung des Bronchus wie des eigenen Knorpels an seinem Eingang, den RATHKE als Kehlkopf beschreibt, überein. Nur auf diesem finden sich kleine wesentlich vom Epithel gebildete Papillen, in denen einzelne Sinneszellen vorkommen. Beim Ammocoetes wird der hintere in den Mundpapillen beginnende Raum zunächst durch die beiden Mundsegel in einen vorderen und hinteren Abschnitt geschieden. Der vordere Abschnitt und die Mundsegel sind mit einem zweischichtigen Epithel bekleidet, das wie bei Petromyzon eine feine Cuticula trägt. Nur an einer Stelle ist diese Cuticula verdickt, nämlich auf den einander zugewandten medialen Flächen der beiden Mundsegel; hier erhebt sie sich und bildet kegelförmige Zapfen. Da der Strom des inspirierten Wassers diese Stelle passiert, so werden wir in diesen Cuticularbildungen (welche im Wasser enthaltene weiche Teile zerreiben können) ein funktionelles Äquivalent der Zähne zu sehen haben. / (LANGERHANS *73*.)

/ Die gesamte Kiemenhöhle ist beim Ammocoetes von einem mehrschichtigen Pflasterepithel bedeckt, welches im allgemeinen nicht wimpert. Doch findet SCHNEIDER darin ein System von Wimperschnüren, welches er eingehend beschreibt. Die Wimperhaare sind sehr niedrig, ihre Bewegung ist schwach. Die hinteren Säume der Diaphragmen tragen jeder eine Reihe aus langen Zellen bestehender Geschmacksknospen.

Die Kiemen von Amphioxus und Petromyzon können nicht verglichen werden. Sollten die Kiemen des Amphioxus bei Ammocoetes auftreten, so müßte dies in dem Magen geschehen. Der ganze Körperabschnitt, welchen der Kiemendarm von Ammocoetes enthält, ist bei Amphioxus durch das kurze Stück vertreten, welches vom Mund bis zu der Stelle reicht, an welcher die Kiemenspalten wegsam werden. / (SCHNEIDER A. *79*.)

/ Auch RETZIUS benennt jene von SCHNEIDER *79* beschriebenen Bildungen als Geschmacksknospen. Er konnte dieselben nicht nur wie SCHNEIDER bei Ammocoetes, sondern auch beim ausgebildeten Petromyzon in derselben Gestalt auffinden. Die Knospen bilden wahre knospenartige Erhabenheiten, indem die Schleimhaut nach einer mehr oder weniger ausgesprochenen, ringsum verlaufenden, furchenartigen Einsenkung sich zu einem rundlich gestalteten Vorsprung erhebt, in dessen oberer Fläche sich eine tellerartige Einsenkung, eine Konkavität befindet. Das Bindegewebe der Schleimhaut erhebt sich ringsum in den umgebenden Wall, um dann in der Knospe eine tiefe Grube zu bilden; das bekleidende zylindrische, einschichtige Epithel senkt sich in diese Grube hinein und steigt zugleich zu einem hohen Zylinderepithel an. Man sieht in diesem „Sinnesepithel" der Knospen nur eine Art von Zellen, hohe, ziemlich schmale Zylinderzellen, welche unten abgestutzt endigen und ihren länglich-ovalen Kern in der Nähe des unteren Endes tragen; nach der Oberfläche hin verschmälern sich die Zellen und tragen dort einen frei hervorragenden Haarbesatz, den schon SCHNEIDER zu sehen glaubte. An Golgi-Präparaten zeigte es sich deutlich, daß an jeder Zelle nur ein Haar gefärbt war. / (RETZIUS *93 b*.)

/ GAGE *94* schildert die Form des Atmungsapparates der Lamprete und deren Beziehung (besonders des komplizierten Faltensystems) zum Atmungsprozeß. / (GAGE *94*.)

/ Form des Skelettes, des Kiemenkorbes und die makroskopische Anatomie der Atemorgane von Petromyzon fluviatilis, siehe bei VOGT und YUNG *94*, p. 401 f. und 450 ff. Der Wassergang besitzt ein zweischichtiges Pflasterepithelium, welches sich auf den an seinem Eingang befindlichen Reusenapparat fortsetzt. Die Falten der Kiemensäcke zeigen im Innern einen mit Bindegewebe gefüllten Raum, in welchem die Gefäße und in den Nebenfalten die Kapillaren verlaufen. Das Epithel der Kiemensäcke zeigt zwei Formen. Auf den Haupt- und Nebenfalten finden sich zuweilen mehrschichtige Pflasterzellen, deren unterste Schicht abgerundete Bläschenform zeigt. Zwischen den Falten und auf den nicht gefalteten Oberflächen ist ein mehrschichtiges Epithel ausgebildet, dessen basale Schicht aus runden Zellen mit großen Kernen besteht; die Mittelschicht zeigt Zylinderzellen mit basalen Kernen, deren gegen die Höhlung des Sackes gerichtete spitze Enden sich oft so zusammenstellen, daß man eine Drüse zu sehen glaubt. Diese Zylinderzellen sind mit durchsichtigem Schleime gefüllt. Kleine Körnchenzellen bedecken stellenweise diese Zylinderzellen. / (VOGT und YUNG *94*.)

/ Aus der die Literatur über den Bau der Kiemenhöhle von Ammocoetes betreffenden Darstellung SCHAFFERS erwähne ich folgende

Arbeiten: RATHKE *27 b*, A. SCHNEIDER *79*, DOHRN (Studien zur Urgeschichte des Wirbeltierkörpers N. V, VIII, XII und XIII, Mitt. aus der zoolog Stat. zu Neapel 1884, 1885, 1887. 1888), JULIN (Les deux premières fentes branchiales des poissons cyclostomes sont-elles homologues respectivement à l'évent et à la fente hyobranchiale des Sélaciens? Bull. de l'Acad. R. d. sc. de Belgique, 3. sér. T. XIII, 1887. Recherches sur l'appareil vasculaire et le système nerveux périphérique de l'Ammocoetes [Petr. Plan.]. Arch. de Biol., T. VII fasc. 4, 1888), NESTLER (Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte von Petromyzon Planeri, Diss. Leipzig, 1890. Auch in: Arch. f. Naturgesch., Jahrg. 46, Bd. I, 1890). SCHAFFER selbst führt aus: Die Kiemensäcke von Ammocoetes stehen nach innen mittels weiter Öffnungen in Verbindung mit einem axialen Raume, dem Kiemendarm, der sich direkt in den Magen fortsetzt. Dorsal und ventral wird dieser Kiemendarm von einer in der Medianebene gelegenen Kante begrenzt oder vielmehr eingeengt, die man als dorsale und ventrale Kiemenkante bezeichnen kann. In die ventrale Kante ist die Thyreoidea eingelagert, kaudal von der Thyreoidea erhebt sich die ventrale Kiemenkante wieder, um schließlich am Ende des Kiemendarms mittels zweier steil aufsteigender Lippen den Eingang zum Oesophagus zu umschließen. An den Wandungen der Kiemensäcke sind die im allgemeinen zur Transversalachse der Kiemensäcke radiär gestellten Kiemenblätter angewachsen, welche wieder zierliche respiratorische Falten senkrecht zu ihrer Längsachse tragen. Die Kiemenblättchen der mittleren Region sind nur mittels ihrer medialen Hälfte angewachsen, die laterale ist frei und endet stets mit einer blasen- oder eichelförmigen, von faltenlosem Epithel überzogenen Anschwellung. Auch die dem Kiemendarm zugewandten Ränder der Kiemensäcke sind faltenfrei und etwas nach vorne gebogen. Nach außen münden die Kiemensäcke nicht direkt, sondern vermittelst eines von Epithel ausgekleideten Raumes der sog. Vorkammer. Von dieser aus führt in ihrem kaudalen Abschnitte der enge äußere Kiemengang, dessen äußere Mündung als Kiemenloch sichtbar ist. / (SCHAFFER *95 b.*)

/ „An der Auskleidung der Kiemenhöhle von Ammocoetes beteiligen sich die verschiedenartigsten Epithelformationen, oft auf kleinster Fläche wechselnd und direkt aneinander stoßend. Es handelt sich dabei meist um hochdifferenzierte, zu ganz spezifischen Funktionen gelangte Bildungen, die teils der Lebensweise des Tieres angepaßten Schutzvorrichtungen, intraepitheliale Drüsenformationen, teils echte Sinnesepithelien oder diesen nahestehende Einrichtungen unbekannter Funktion, teils endlich komplexe Systeme flimmernder Rinnen und Bänder darstellen." / (SCHAFFER *95 a.*)

/ Während SCHNEIDER die gesamte Kiemenhöhle von einem mehrschichtigen Pflasterepithel bedeckt sein läßt, hat zuerst NESTLER eine kurze, aber teilweise zutreffende Schilderung der Epithelverhältnisse in der Kiemenhöhle von Petromyzon und Ammocoetes gegeben. Er erkannte das dreischichtige Epithel, ist sich jedoch über die Bedeutung der Drüsenzellen nicht ganz klar geworden. / (SCHAFFER *95 b.*)

Zu den Ausführungen SCHAFFERS vergleiche die Figuren 17—28.

/ An den äußeren Kiemenöffnungen geht das Oberhautepithel über in ein niedriges, ein- bis zweischichtiges Pflasterepithel, welches den Kiemensack-Ausführgang mit seiner Klappe, die Oberflächen der die Kiemenbogen mit der Körperwand verbindenden Lamelle und noch Teile der lateralen Vorkammerwand bekleidet. Dieses niedrige Epithel geht in der Kiemenhöhle, und zwar an der lateralen Vorkammerwand, allmählich oder

plötzlich in ein hohes, im wesentlichen aus drei Schichten aufgebautes Epithel über. Dasselbe besteht 1) aus einer basalen Lage von kleinen Ersatzzellen, 2) einer darauffolgenden Schicht hoher, prismatischer, schleimabsondernder Drüsenzellen, welche teils frei an der Schleimhautoberfläche münden, teils 3) von einer Schicht polygonaler, mit streifigem Cuticularsaum versehenen Deckzellen bedeckt erscheinen. Die Drüsenzellen erscheinen vielfach in Form knospenartiger Gebilde angeordnet, die in ihrer Form einigermaßen an Geschmacks- oder Sinnesknospen erinnern. Dieses eigentümliche, an Drüsenknospen reiche Epithel bedeckt zum Teil die laterale Wand der Vorkammern, überzieht die freien, am Querschnitt knopfförmigen lateralen Enden der Kiemenblätter (Fig. 18), sowie die Buchten zwischen den Ansatzstellen derselben. Dieses Drüsenepithel geht einerseits direkt in den epithelialen Überzug der dorsalen und ventralen Kiemenkanten, andererseits in das respiratorische Epithel der Kiemenfältchen über. Der letztere Übergang vollzieht sich in der Weise, daß die mit Cuticularsaum versehene Deckzellenschicht allein auf die Kiemenfältchen übergeht und als einfache Lage platter Zellen dieselben überkleidet. Am Grunde je zweier benachbarter Kiemenfältchen wird dieses Epi-

Fig. 17.

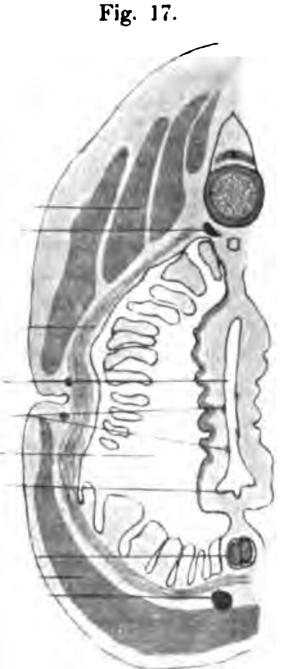
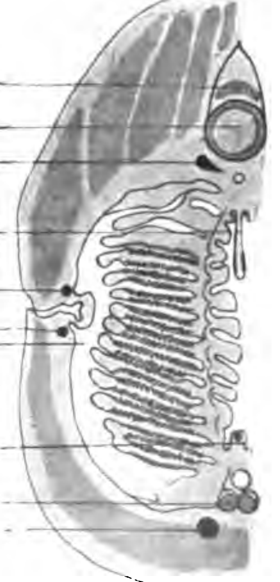


Fig. 18.



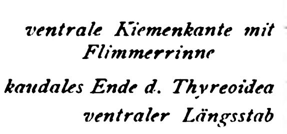


Fig. 17. **Kiemensack von Ammocoetes.** A. Querschnitt durch die kaudale Partie eines Kiemensackes. Vereinigung der dorsalen und ventralen Kiemenkante mit den kiemenblattfreien Diaphragmensäumen. (Nach SCHAFFER *95 a.*)

Fig. 18. **Kiemensack von Ammocoetes.** B. Querschnitt etwas weiter kaudal als A. Die Kiemenblätter der kaudalen Kiemensackwand in ihrer größten Ausdehnung getroffen. (Nach SCHAFFER *95 a.*)

thel zwei- bis dreischichtig, und hier findet die Regeneration der Zellen statt, welche durch Nachschub von dieser geschützten Stelle aus den Ausfall von Zellen an den respiratorischen Oberflächen deckt. An der dorsalen Kiemenkante (Fig. 18 und 19) geht das respiratorische Pflasterepithel oder das Drüsenepithel unmittelbar oder vermittelst eines niedrigen, geschichteten Pflasterepithels in ein auffallend hohes mehrreihiges Zylinderepithel über, auf dessen Oberfläche sich jedoch die mit Cuticularsaum ausgestattete

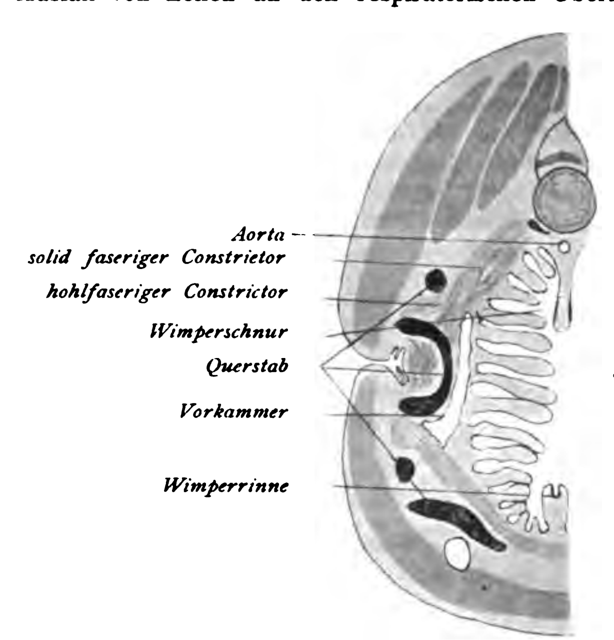


Fig. 19. **Kiemensack von Ammocoetes.** C. Querschnitt durch die rostrale Partie eines Kiemensackes. Die Kiemenblätter der rostralen Wand in ihrer größten Breite getroffen. (Nach SCHAFFER *95a.*)

Schicht der respiratorischen oder Deckzellen fortsetzt, wobei sie nicht selten eine Umwandlung in blasenförmige Zellen erleiden. Dieses Epithel

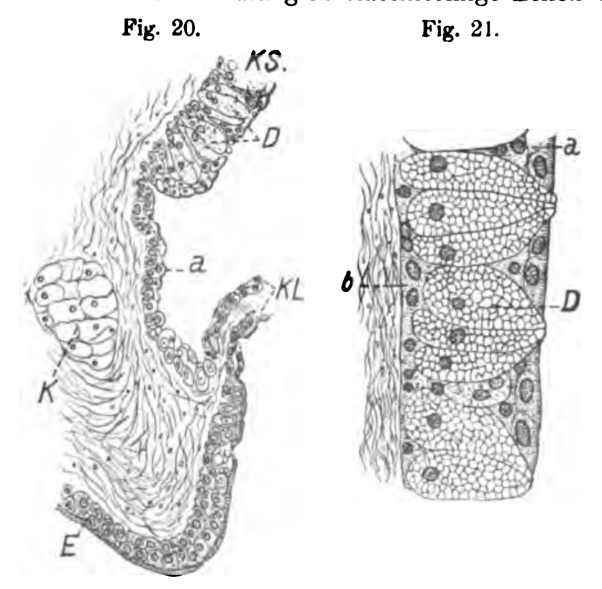


Fig. 20. **Kiemenöffnung von Ammocoetes,** 8,3 cm lang. Querschnitt durch eine Kiemenöffnung; dorsaler Rand der äußeren Kiemenrinne. Übergang des Oberhautepithels *E* in das niedere Klappenepithel *KL* und dieses in das Epithel der lateralen Kiemensackwand *KS* mit Drüsenknospen *D*; *K* Knorpel, bei *a* eine vereinzelte Deckzelle mit Cuticula. Vergr. 190fach. (Nach SCHAFFER *95b.*)

Fig. 21. **Kieme von Ammocötes,** 9 cm lang. Querschnitt durch das Epithel der lateralen Vorkammerwand; *D* Drüsenknospen; *a* Deckzellen, *b* basale Ersatzzellen. Vgr. 580fach. (Nach SCHAFFER *95b.*)

bedeckt ungefähr die dorsale Hälfte der Kiemenkante und geht dann unmittelbar in einen Streifen mehrreihigen flimmernden Zylinderepithels über, welcher nahezu bis an den ventralen Rand der Kante reicht. An bestimmten Stellen ist dies in der Tat der Fall und zwar stets knapp

rostral von der Vereinigung jedes Diaphragmenpaares mit der dorsalen Kiemenkante (Fig. 17). An diesen Stellen erscheint der freie ventrale Rand der dorsalen Kiemenkante von Flimmerepithel bedeckt. Im übrigen Bereich der Kante bekleidet den freien Rand ein ziemlich hohes geschichtetes Pflasterepithel, dessen oberflächliche Schicht wieder durch

Fig. 22. Fig. 23. Fig. 24.

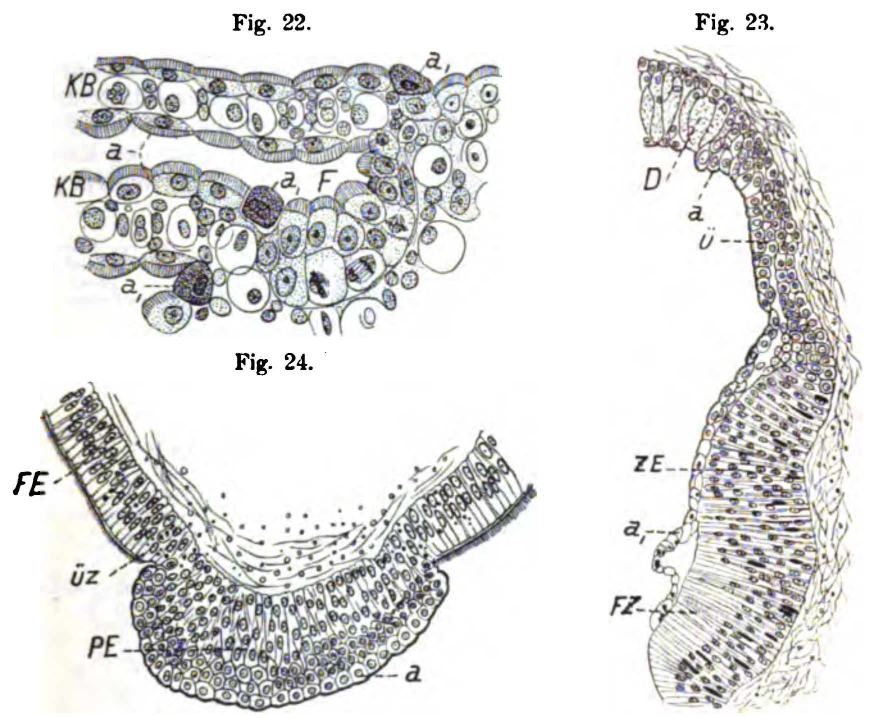


Fig. 22. **Kieme von Ammocötes**, 8,3 cm lang. Querschnitt durch zwei respiratorische Kiemenfältchen (Kiemenblättchen), *KB* bei ihrem Ursprung vom Kiemenblatt. Bei *F* Fornix zwischen den Wurzeln der Fältchen, in welchen das einschichtige, respiratorische Epithel *a* in ein geschichtetes übergeht; in der Tiefe desselben drei Mitosen. Bei a_1 in Abstoßung begriffene Deckzellen (die Strichelung der Zellen *a* ist im Original dichter als in der Kopie). Vergr. 580fach. (Nach SCHAFFER *95b*.)

Fig. 23. **Kieme von Ammocötes** ca. 20 cm lang. Epithelüberzug der linken Seitenfläche der dorsalen Kiemenkante und zwar Wurzel und obere Hälfte derselben. Querschnitt. Bei *D* Übergang des geschichteten Epithels mit Drüsenknospen und Deckzellen *a* durch das niedrige geschichtete Pflasterepithel *Ü* in das mehrreihige Zylinderepithel *ZE* mit Deckzellenschichte a_1, welche eine direkte Fortsetzung der Deckzellenschichte *a* ist. Bei *FZ* seichte Einbuchtung des Epithels mit kernfreier Oberflächenzone. Vergr. 184fach. (Nach SCHAFFER *95b*.)

Fig. 24. **Kieme von Ammocötes** ca. 20 cm lang (aus demselben Querschnitt wie Fig. 23). Epithel des freien Randes der dorsalen Kiemenkante gegen den Mageneingang zu. *FE* Flimmerepithel der dorsalen Wimperschnur. *PE* geschichtetes Pflasterepithel, dessen oberflächlichste Lage *a* mit Cuticularform versehen ist. In der Übergangszone beider Epithelformationen *üz* eine Mitose und Einschlüsse im Epithel. Vergr. 184fach. (Nach SCHAFFER *95b*.)

einen wohlentwickelten gestrichelten Kuticularsaum ausgezeichnet ist. Ganz ähnliche Verhältnisse, wie an der dorsalen Kiemenkante, bietet die Epithelbedeckung der rostralwärts gerichteten kiemenblattfreien Lippen der Kiemenbogen (kiemenblattfreien Diaphragmensäume), deren mediale Flächen die Innenfläche des Bronchus bilden, während ihre lateralen

Flächen einen Teil der Kiemensackwandung darstellen (Fig. 17). An einem Frontalschnitt (Fig. 25) zeigt jeder solche Diaphragmensaum betreffs seines Epithelüberzuges ein ähnliches Bild, wie ein median halbierter Querschnitt der dorsalen Kiemenkante. An der lateralen Fläche des Saumes geht das respiratorische Epithel der Kiemenfältchen oder das Drüsenepithel in der Bucht zwischen zwei Kiemenblättern über in das hohe zylindrische Epithel mit Deckzellenschicht, dieses wieder in ein mehrreihiges flimmerndes Zylinderepithel, welches bis nahe an den freien, rostralwärts gelegenen Rand des Saumes reicht, um hier in ein geschichtetes Pflasterepithel mit Kuticularsaum überzugehen. Letzteres bedeckt die mediale Fläche des Saumes bis zum Beginne der Kiemenblätter an der rostralen Kiemensackswand. Knapp vor diesem Beginne erscheint längs der Wurzel jedes

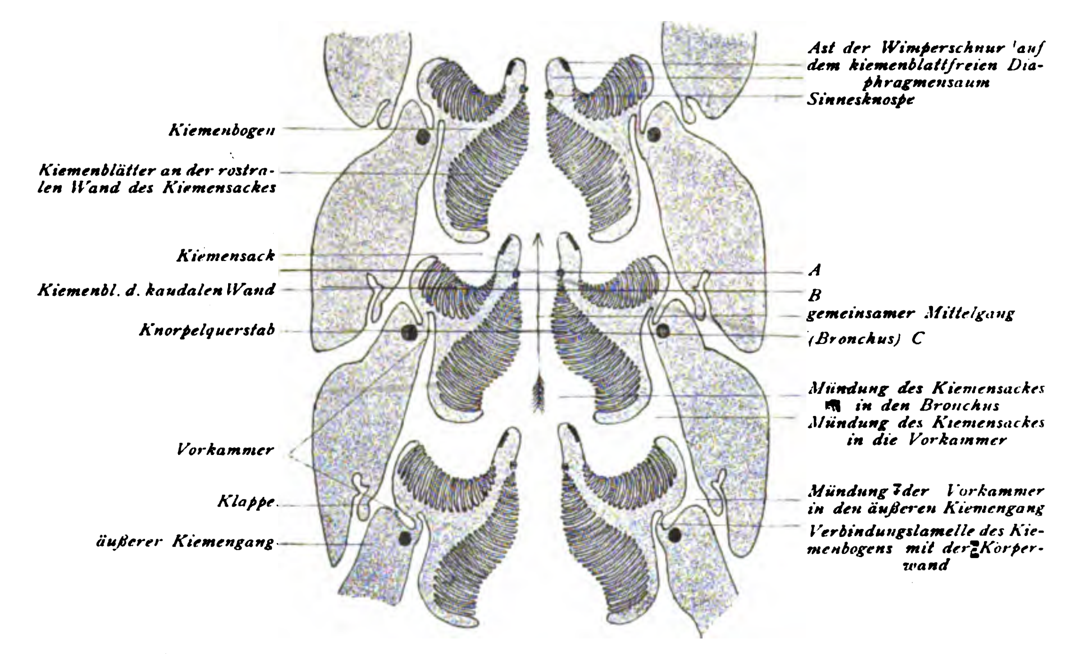


Fig. 25. **Frontalschnitt durch zwei Kiemensäcke von Ammocoetes,** schematisch. Der Pfeil zeigt rostralwärts. Die Linien *A*, *B* und *C* zeigen die Ebenen der abgebildeten Querschnitte *A*, *B* und *C* (Fig. 17, 18, 19) an. (Nach SCHAFFER *95a.*)

Saumes eine einfache Reihe von spezifischen Sinnesknospen in das Pflasterepithel eingelagert, sodaß zwischen je zwei Kiemenblättern eine größere solche Knospe sitzt. Nicht selten erscheint zwischen zwei große Knospen eine kleine Nebenknospe eingeschoben. Die Knospen bestehen aus Sinneszellen und Stützzellen. / (SCHAFFER *95a.*)

/ In seiner ausführlichen Mitteilung beschreibt SCHAFFER das Verhalten der knospenförmigen Bildungen an der Innenfläche der Diaphragmenräume unter Heranziehung der Literatur (SCHNEIDER, NESTLER, DOHRN und besonders RETZIUS *93b*, genauer (p. 315 ff.). Es ergibt sich eine große Ähnlichkeit dieser Sinnesknospen von Ammocötes mit den Endknospen der Fische und Geschmacksknospen der Froschlarven. / (SCHAFFER *95b.*)

/ Die ventrale Kiemenkante (Fig. 18 und 19) wird von einem zwei- bis dreischichtigen Pflasterepithel bedeckt, dessen oberflächliche Lage wieder einen hohen Cuticularsaum trägt. In den freien Rand dieser

Kante eingegraben erscheint eine Rinne, welche von einer einzigen Reihe niedriger, flimmernder Zylinderzellen ausgekleidet wird. Sie reicht vom Eingang in die Schilddrüse bis in den 5.—6. Kiemensack, wo sie frei ausläuft oder mit einem kurzen Blindsack endigt. Ein histologisch gleichgebautes Rinnenpaar läuft, vom Eingang in die Thyreoidea beginnend, in divergenter Richtung rostralwärts, um im Bogen an der rostralen Grenze des 1. Kiemensackes emporzusteigen, wobei sie wieder konvergent und kaudalwärts gerichtet werden, um endlich an der dorsalen Kiemenkante vereinigt in Form eines kaudalwärts gerichteten Keiles über dem ersten Kiemensack zu endigen. Das Epithel dieser Flimmerrinnen muß

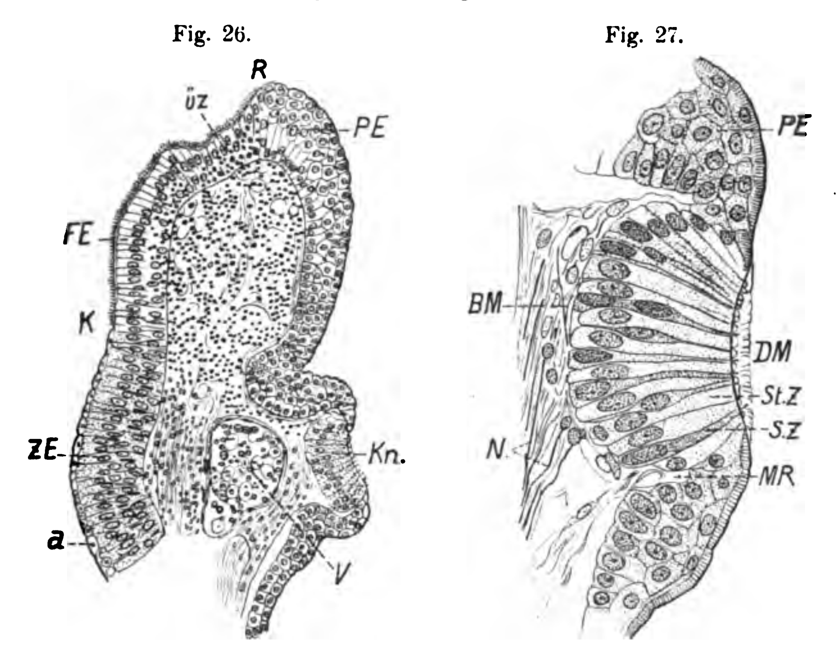


Fig. 26. **Kieme von Ammocoetes** 9 cm lang. Horizontaler Frontalschnitt durch den dritten, linken freien Diaphragmensaum. *B* innere, dem Bronchus, *K* äußere, dem Kiemensack zugewendete Fläche. Bei *R* freier Rand. *ZE* mehrreihiges Zylinderepithel mit Deckzellenschichte *a*. *FE* Wimperschnur, zwischen den Zellen derselben zahlreiche Wanderzellen. *PE* geschichtetes Pflasterepithel mit Cuticula; bei *üz* Übergangszone zwischen beiden mit zahlreichen Einlagerungen. *Kn* Sinnesknospe. *V* Kiemenvene. Vergr. 184fach. (Nach SCHAFFER *95b*.)

Fig. 27. **Kieme von Ammocoetes** 8,3 cm lang. Senkrechter Durchschnitt durch eine sog. Geschmacksknospe. *PE* geschichtetes Pflasterepithel des Bronchus. *PM* Basalmembran der Knospe mit dem becherförmig sich erhebenden Rande *MR*. *SZ* Sinneszelle, *StZ* Stützzelle. *DM* Deckmembran. *N* zutretende Nerven. Vergr. 580fach. (Nach SCHAFFER *95b*.)

wohl unterschieden werden von dem hohen mehrreihigen Flimmerepithel an der dorsalen Kiemenkante und den lateralen Flächen der Diaphragmensäume. Letzteres läuft in Form eines flachen Bandes an den beiden lateralen Flächen der dorsalen Kiemenkante entlang und gibt an den Vereinigungsstellen der dorsalen Kante mit je einem Paare der kiemenblattfreien Diaphragmensäume einen Ast auf die laterale Fläche derselben, welcher jedoch die ventrale Mittellinie nicht erreicht. SCHNEIDER, der Entdecker dieser wimpernden Streifen, hat dieselben im Zusammenhang mit den Wimperrinnen als ein einheitliches Flimmersystem darge-

stellt, ohne dabei auf die histologische und entwicklungsgeschichtliche Verschiedenheit beider Bildungen Rücksicht zu nehmen. Da jedoch SCHNEIDER auch einige wesentliche Punkte in der Anordnung der Wimperschnüre übersehen hat, so daß das von ihm gegebene Schema den tatsächlichen Verhältnissen nicht entspricht, gebe ich in Fig. 28 nur das SCHAFFERsche Schema wieder. / (SCHAFFER *95a.*)

/ Zusammenfassend sagt SCHAFFER: Während der respiratorische Teil der Kiemenschleimhaut, die Fältchen der Kiemenblätter, entsprechend ihrer Funktion von einer einzigen Lage platter Zellen bedeckt wird und einerseits durch ihre Anordnung, andererseits durch einen Cuticularsaum vor Verletzung durch eingeführte mineralische Nahrungsbestandteile geschützt sind, kommt an der kiemenblattfreien Schleimhaut der Kiemensäcke außer der Deckschicht mit Cuticula versehener Zellen noch ein reichlicher unter derselben gelegener Drüsenapparat hinzu, welcher diesen der Berührung mit Fremdkörpern mehr ausgesetzten Teil der Schleimhaut durch eine aufgelagerte Schleimschicht zu schützen vermag. Die Innenwandung des Bronchus bedeckt ein derbes geschichtetes Pflasterepithel, auf dessen Oberfläche sich wieder die schützende Lage von Cuticula tragenden Deckzellen fortsetzt. Dasselbe ist der Fall bei dem eigentümlichen und in seiner Bedeutung rätselhaften hohen Zylinderepithel an der Außenfläche des Bronchus, so daß wir im ganzen Kiemenraum diese Deckzellen mit Cuticularsaum vorfinden mit Ausnahme des Flimmersystems und der spezifischen Sinnesknospen. Über die Bedeutung des komplizierten Flimmerapparates läßt sich auch nichts Bestimmtes aussagen; doch führt es in letzter Linie auf den Magen zu, so daß auf diesem Wege wohl kleine Hartgebilde befördert werden können. Die spezifischen Sinnesknospen an der Innenfläche des Bronchus können ihrem ganzen Bau, so wie dieser ihrer Lage nach wohl kaum anders als geschmacksempfindend gedeutet werden. / (SCHAFFER *95b.*)

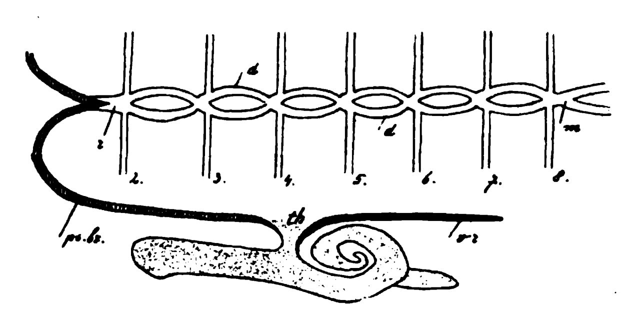


Fig. 28. **Wimpersystem des Kiemendarmes von Ammocoetes**, schematisch. *r* rostrales Ende der dorsalen Wimperschnüre *d*, *m* kaudales Ende derselben und Mageneingang, *2—8* Äste für das 2. bis 8. Diaphragma, *ps. br* paarige Wimperrinne, *th* Eingang in die Thyreoidea, *vr* unpaare, ventrale Wimperrinne. Der obere Teil des Schemas ist flächenhaft ausgebreitet, der untere im Profil gesehen gedacht. (Nach SCHAFFER *95a.*)

/ Das knorpelige Skelett des Kiemenkorbes von Ammocötes kann man sich aus je 7 Quer- und 4 Längsstäben, durch welche die ersteren teils vollkommen, teils unvollkommen verbunden werden, zusammengesetzt denken. Die Längsstäbe kann man nach ihrer Lage in dorso-ventraler Reihenfolge als hypochordale, epitremale, hypotremale und ventrale bezeichnen, sie sind sekundäre Bildungen, deren Bildung von den selbstständigeren Querstäben ausgeht. In den Knorpelstäben des Kiemenkorbes sind die Grundsubstanzbalken zu dünn, daß sie an Schnitten vielfach verbogen und geknickt erscheinen und eine Trennung derselben in Kapselwände und verbindende Kittsubstanz nicht wahrgenommen werden kann.

Diese Knorpel zeigen stets eine starke Chondromucoidreaktion, sie färben sich nach den von SCHAFFER angewandten Methoden intensiv mit Hämatoxylin oder Methylviolett. / (SCHAFFER *95a.*)

/ Die Kiemenblätter der Lamprete transversal (siehe Fig. 29) geschnitten zeigen das vollständige und definitive Schema der respiratorischen Oberfläche des Vertebratentypus, so wie es sich selbst in der Lunge des Menschen zeigt. Die Blutgefäße, welche in jedem Blatt aus einem Arterienzweig entstehen, bilden im mittleren Teil ein weitmaschiges Netz von Kapillaren gleichen Kalibers. Die Maschen des Netzes zeigen einen geringeren Durchmesser als die trennenden Kapillaren. Die Epithelzellen (RENAUT nennt dieselben Endothelzellen) besitzen einen in den Maschenräumen zwischen den Kapillaren gelegenen Körper und eine helle protoplasmatische sich auf die Oberfläche der anliegenden Gefäße fortsetzende Platte von äußerster Dünne. Diese Platten verbinden sich durch Kittlinien (lignes de ciment). Vergl. dagegen unten p. 66 f. FAUSSEKS neuere Angaben.

Im erwachsenen Zustand sind bei den Cyklostomen die Kiemen nicht mehr in den Wänden der Mundhöhle, sondern in Divertikeln des Pharynx (Branchialsäcke) enthalten, welche einerseits mit diesem, andererseits nach außen durch Kanäle kommunizieren, welche man innere und äußere Kiemen nennt. Erstere sind vom Pharynxepithel, letztere vom äußeren Ektoderm bekleidet, beide endigen mit einer mit Cilien versehenen

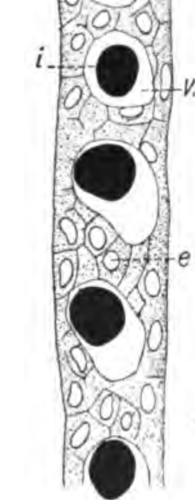


Fig. 29. **Kiemenblatt der Lamprete.** Schnitt. Die Blutgefäße (respiratorische Kapillaren) sind injiziert. Alkohol, Glyzerin-Hämatoxylin. *VS* Blutgefäße, injiziert (schwarz); *e* respiratorisches Epithel. Die Mehrzahl der Kerne nehmen die Intervalle und nicht die Oberfläche der Blutkapillaren ein. Leitz Obj. 8. Ok. 4, reduziert auf $^4/_5$. (Nach RENAUT *97.*)

Zellreihe. Bei den höheren Wirbeltieren zeigen die zuleitenden Teile der Atmungsapparate der verschiedenen Typen gleichfalls ein Flimmerepithel, gebildet durch eine besondere Anpassung des Pharynxektoderms und zwischen den Flimmerzellen finden sich Becherzellen. / (RENAUT *97.*)

/ STUDNIČKA hat nachgewiesen, daß sich bei Petromyzon fluviatilis in Flimmerzellen neben den an der Ursprungsstelle der Cilien liegenden Körperchen (welche, da ihre Identität mit Centrosomen doch zu zweifelhaft ist, besser mit dem von den Botanikern eingeführten Namen Blepharoplasten bezeichnet werden) gewöhnliche Centrosomen, etwa in der Mitte zwischen der Oberfläche der Zelle und dem Kern finden, so in Flimmerzellen aus der Kiemenhöhle etwas in der Entwickelung fortgeschrittener Embryonen von Petromyzon fluviatilis. / (STUDNIČKA *99.*)

/ GIACOMINI beschreibt die Kiemen der Petromyzonten. An jedem Kiemenblatt von Petromyzon unterscheidet man eine basale Region, eine intermediäre Region und eine apikale oder marginale Region. Von den beiden Seiten der intermediären Region erheben sich die Kiemenfalten, welche die eigentlich respiratorischen Teile sind. Die Arterie des Kiemenblattes, in die Basalregion eindringend, verliert ihre Individualität oder vielmehr sie wandelt sich in eine Rinne um, in deren Höhle ein

trabekuläres Netz besteht, enthaltend zahlreiche Leukocyten und einige rote Blutkörperchen, so daß das Ganze einem lymphoiden Organ ähnlich wird. Viele Leukocyten enthalten Pigment. Die Trabekel zeigen endotheliale Bekleidung. Die Seitenflächen der Basalregion des Kiemenblattes sind von einem auf einer Basalmembran ruhenden geschichteten Epithel bekleidet. Ein Körper, dem in der Basalregion der Petromyzonten vorhandenen ähnlich, findet sich auch in den Kiemenblättern der Selachier (ALESSANDRINI, DRÖSCHER). Die intermediäre Region bei Petromyzonten besteht besonders aus einer Basalmembran, welche das Epithel trägt und große lakunäre Räume begrenzt. In der Rachis wie in den Falten finden sich keine wahren Blutgefäße, sondern nur lakunäre Räume, geteilt durch große pilasterförmige Zellen; in diesen Räumen läuft das Blut. Am freien Rand der Kiemenfalten findet sich ein etwas größerer Raum mit rundem Schnitt, hier verläuft das Blut der Falten zur Vene des Kiemenblattes. Die Kiemenfalten werden von einem einschichtigen Epithel von platten Zellen überkleidet; in den Fornices zwischen den Falten besteht das Epithel aus zwei Lagen. Die Regio marginalis enthält die Vene des Kiemenblattes und lymphoides Gewebe, ähnlich dem an der Basis beschriebenen. Das überkleidende Epithel ist geschichtet.

Die beim erwachsenen Petromyzon beschriebenen Strukturen finden sich auch schon beim Ammocoetes angezeigt.

Das lymphoide Organ in der Basalregion der Kiemenblätter kann eine analoge Funktion erfüllen, wie die Thymus bei anderen Fischen, es wäre also ein Schutzorgan für die Kiemen. / (GIACOMINI *00a* und *00b*.)

/ „Eine bedeutende Verminderung der Zahl charakterisiert die schon mit den Cyklostomen beginnenden höheren Formen der Kiemen, die im einzelnen eine gegen Amphioxus sehr ansehnliche Komplikation der Struktur erlangen. Das Gemeinsame erscheint im ersten ontogenetischen Zustande in der entodermalen Aussackung der Kopfdarmhöhle und in dem Durchbruch dieser Kiementaschen nach außen, so daß äußere Kiemenspalten entstehen.“ Die Minderzahl, in der die einzelnen Kiemen angelegt werden, darf nicht als etwas Primitives gelten, sie ist wohl die Folge einer stattgefundenen Reduktion.

Über die makroskopische vergleichende Anatomie der Kiemen bei Petromyzonten und Myxinoiden vergl. (GEGENBAUR p. 219ff. / (GEGENBAUR *01*.)

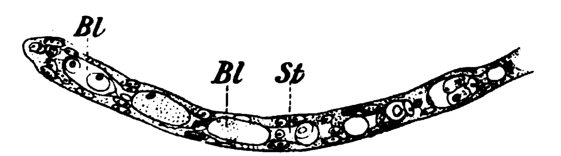


Fig. 30. **Schnitt durch eine Kiemenlamelle vom Neunauge (Petromyzon fluviatilis).** *St* Stützzellen. *Bl* Bluträume zwischen den Stützzellen. Sublimat und Essigsäure, Hämalaun und Eosin. Vergr. 333fach, reduziert auf $^{9}/_{10}$. (Nach FAUSSEK *02*.)

/ Die Kiemenlamellen der Neunaugen (siehe Fig. 30) haben ganz denselben Bau, wie die beim Barsche beschriebenen (BIÉTRIX hat die Kiemen der Neunaugen nicht untersucht). Jede Lamelle ist jederseits mit einem dünnen einschichtigen Epithel bedeckt. Zwischen beiden Epithelschichten liegen zylindrische, säulenförmige, größtenteils ziemlich niedrige, zuweilen aber höhere (wahrscheinlich je nach der Ausdehnung der Lamelle, d. h. je nach dem Grade der Füllung derselben mit Blut) Zellen, Pilasterzellen, die sich mit beiden Enden in die Epithelflächen stützen. Sie bilden die einzigen fixen Zellenelemente, welche im Innern der Kiemenlamelle liegen; weitere bindegewebliche oder muskulöse Ele-

mente (oder Kapillaren mit eigenen Wandungen) gibt es in den Lamellen nicht. Zwischen den Stützzellen zirkuliert das Blut. Die Stützzellen verbinden sich untereinander mit ihren breiten Fußsohlen. Auf solche Weise werden die Zwischenräume zwischen den Stützzellen zu geschlossenen Kanälen. Das Blut bespült hier nicht das äußere Epithel direkt. / (FAUSSEK *02*.)

Selachii.

Die Plagiostomenkieme fand eine eingehende Bearbeitung durch DRÖSCHER *82*. Seinen Ergebnissen stelle ich Angaben einiger älterer Forscher voraus.

/ Bei allen Haien und Rochen führen die Spalten aus dem Munde nicht erst in eine Kiemenhöhle, sondern direkt nach außen, und mit jener Höhle fehlt natürlich auch der Kiemendeckel. Die Bedeckung der Kiemen erfolgt durch Scheidewände, welche sich von den Kiemenbogen erheben und welchen die Kiemen dicht angewachsen sind. Die Kiemen stellen also nicht mehr freie Blättchen dar (wie bei Teleostiern), sondern Schleimhautfalten an der Fläche jener Wände. So befinden sich die vorderen Kiemen eines und die hinteren Kiemen eines nächsten Bogens jedesmal zusammen in einem Kanal, welcher aus dem Maule nach außen führt und sowohl als Kiemenspalte, wie auch als Kiemenhöhle betrachtet werden kann.

Bei den Chimären liegen die äußeren Ränder der Septa nicht frei, sondern werden noch von einer Art von Kiemendeckel verdeckt. / (BERGMANN und LEUCKART *52*, p. 226.)

/ Die Kiemenarterien der Rochen und Haie besitzen eine elastische Haut als Hauptmembran, sie wird nach außen eingehüllt von einer Bindegewebeschicht — Tunica adventitia — die ebenfalls elastische Fasern beigemengt hat (p. 67). / (LEYDIG *52*.)

/ Auch die Nebenkiemen der Selachier verhalten sich histologisch gleich den wahren Kiemen; bei Raja batis z. B., wo sie aus 11—12 Falten bestehen, sind sekundäre Querfalten zugegen, in denen die Gefäße Schlingen bilden, eine silberglänzende Punktmasse färbt die Haut weiß. Der zellige Überzug besteht aus Pflasterepithel. / (LEYDIG *57*, p. 382.)

/ An den Kiemen von Selache maxima finden sich Anhänge, ähnlich den Zähnen eines Kammes. TURNER stellt die ältere Literatur über dieselben zusammen. Dieselben gleichen in ihrer Struktur dem Dentin eines Zahnes. Die ganze Peripherie der Platte besteht aus hartem, nicht vaskularisiertem Dentin, in welchem die Kanäle (tubes) sehr charakteristisch sind. In einem beträchtlichen Teil des Schaftes entstehen diese Kanäle von einer einzigen Zentralhöhle, welche der Pulpahöhle entspricht und zweifellos eine vaskularisierte Pulpa enthält.

Nach ANDREW SMITH (Illustrations of the Zoology of South Africa. London 1849) besteht ein ähnlicher Filtrierapparat an den Kiemenbogen von Rhinodon typicus. / (TURNER *80*.)

/ DRÖSCHER untersuchte die histologische Struktur der Kiemenblätter an Torpedo marmorata, doch berücksichtigte er hierbei die Genera Mustelus, Acanthias und Scyllium ebenfalls. Das Gefäßsystem untersuchte er an den Squaliden, hauptsächlich an Mustelus und Scyllium, unter den Rajiden an Raja.

DRÖSCHER gibt eine eingehende Darstellung der älteren Literatur über die makroskopische Beschaffenheit und Anordnung der Kiemen der Selachier und deren Blutgefäße (PERRAULT, BROUSSONET, MONRO, LACÉ-

PÈDE, CUVIER, DUVERNOY, LEREBOULLET, ALESSANDRINI, VETTER, JOH. MÜLLER, HYRTL, GEGENBAUR).

„Die Kiemen der Selachier scheinen auf den ersten Blick von den entsprechenden Organen der Ganoiden und Teleostier himmelweit verschieden zu sein. Während die Kiemenblattreihen, die den Kiemenbögen aufsitzen, bei den letzteren beiden Abteilungen des Fischreiches sich frei in einer gemeinschaftlichen, vom Operkularapparate bedeckten Kiemenhöhle befinden, sind dieselben bei den Selachiern in voneinander getrennte Kiemensäcke verteilt, und jeder dieser Kiemensäcke hat seine besondere, äußere Öffnung. Auf diesen Unterschied; der, wie DRÖSCHER im folgenden nachzuweisen versucht, auf der besonderen Ausbildung und Entfaltung von Einrichtungen beruht, die bei den Ganoiden und Teleostiern in ihrer Entwickelung zurückgeblieben sind, hat zuerst der französische Forscher BROUSSONET aufmerksam gemacht. Im Anschluß an ihn bezeichnete CUVIER die Kiemen der Selachier als festsitzende im Gegensatz zu den freien Kiemen der Ganoiden und Teleostier, und CHARLES BONAPARTE führte wegen dieser festsitzenden Kiemenform für die Abteilungen der Rochen und Haie den Namen der Elasmobranchier ein."

„Auch bei den Selachiern geschieht die Vergrößerung der auf den Kiemenbögen zur Seite der inneren Kiemenspalten sich erhebenden Kiemenoberfläche nach dem Prinzipe der Fältelung. Es bilden sich nicht nur die einzelnen Kiemenblättchen als Falten auf den Seitenwänden der Kiementaschen, sondern auf den beiden Seitenflächen der Kiemenblätter erhebt sich wiederum die Haut derselben zu senkrecht zur Fläche der Kiemenblätter stehenden Fältchen, in denen sich dann das eigentliche Kiemenkapillarnetz ausdehnt, und die also die hauptsächlichste respiratorische Oberfläche bilden, genau so, wie dies auch bei den Teleostiern der Fall ist."

Die Kiemenblätter haben nicht überall auf dem Bogen die gleiche Länge; die längsten nehmen den Punkt ein, wo sich die beiden Hälften des Bogens gelenkig verbinden und wo die längsten Kiemenstrahlen dem Bogen aufsitzen. Bei Squatina sind die Kiemenblätter im allgemeinen sehr kurz, bei Mustelus und Acanthias sehr viel länger; die von Scyllium halten zwischen den beiden vorigen die Mitte. Die Kiemenblätter sind fast in ihrer ganzen Länge der Wand des Kiemensackes angewachsen, nur am oberen Ende stehen sie eine kurze Strecke lang in schräger Richtung vom Diaphragma ab. Der freie Rand derselben ist nur selten ganz glatt, er zeigt meistens höckerige oder zahnartige Hervorragungen, erscheint gesägt. Sehr große Zähne trägt er bei Raja, wie schon DUVERNOY bemerkt hat. Die auf den Seitenflächen der Kiemenblätter senkrecht stehenden Schleimhautfalten nehmen nicht die ganze Breite der Blätter ein, wie dies bei den Teleostiern durchweg der Fall zu sein scheint, sondern das der angewachsenen Kante des Blattes zunächst gelegene Drittel einer Seitenfläche bleibt frei, nur an der frei abstehenden Spitze ziehen sie sich über die ganze Breite weg. Auf diesen Unterschied von den Teleostiern hat schon ALESSANDRINI aufmerksam gemacht.

Das Kiemenskelett: Zur Stütze der respiratorischen Flächen dient eine Skelettgrundlage, die bei den Selachiern wie alle Skeletteile knorpelig ist. Dieser Teil des Kiemenapparates ist in neuerer Zeit eingehend von GEGENBAUR in seiner Arbeit über das Kopfskelett der Selachier beschrieben worden. DRÖSCHER gibt rekapitulierend eine kurze Darstellung. Die knorpeligen Kiemenstrahlen sind mit dem Kiemenbogen gelenkig ver-

bunden; sie sind in seichte Gruben eingesenkt, und die gelenkige Verbindung wird dadurch hergestellt, daß das Perichondrium des Kiemenbogens in seinen äußeren Lagen direkt in das des Kiemenstrahles übergeht, während eine innere Lage desselben zwischen den Kiemenbogen und den Kiemenstrahl eindringt, um hier ein kleines Bindegewebspolster zu bilden, auf dem der Knorpelstrahl ruht und sich bewegen kann. Diese Knorpelstrahlen finden sich nur an den Mittelgliedern eines Bogens, den Endgliedern, d. h. dem Basale und Copulare fehlen sie. Aber mit jedem dieser Glieder steht ein Knorpelstrahl in Verbindung, der sich am Rande der Kiemensackscheidewand bogenförmig gekrümmt hinzieht, letztere begrenzend, und sich in die Interstitien der äußeren Kiemenöffnungen hinein erstreckt. Die Verbindung mit dem inneren Kiemenbogen geschieht nur durch Bindegewebe. GEGENBAUR hat die Knorpelbögen als äußere Kiemenbögen bezeichnet.

Struktur der Kiemensackwände und des Diaphragma: Ihre eigentümliche Verteilung in getrennte Kiemensäcke verdanken die Kiemen der Selachier dem Vorhandensein einer Wand zwischen den beiden Kiemenblattreihen eines jeden Bogens, welcher diese letzteren angewachsen sind (Diaphragme branchial, DUVERNOY).

DRÖSCHER geht bei der Beschreibung des Diaphragmas vom Kiemenbogen aus. Derselbe wird zunächst von einem starken Perichondrium umgeben. Die Bindegewebsschichten, welche unmittelbar unter dem Epithel des Bogens liegen, sind verdichtet. Sie zeigen einen parallelen Faserverlauf und bilden eine Cutis, die sich oft zu breiten und spitzen Papillen erhebt. An die Papillen knüpft eine Zahnbildung an, wie sie O. HERTWIG im 8. Bande der Jenaischen Zeitschrift beschrieben hat. Bei einzelnen Arten finden sich auch sogenannte Pharyngealradien, kleine, mit Bindegewebe und Epithel überzogene Knorpelstrahlen, wie sie GEGENBAUR beschrieben hat, die sich über die inneren Kiemenspalten hinüber erstrecken. In diesem den Bogen an seiner konkaven Seite umhüllenden Bindegewebe ist der Adduktor der beiden Bogenhälften eingebettet.

Das eigentliche Diaphragma schließt sich an die konvexe, nach außen gekehrte Seite des Kiemenbogens an. Außer Bindegewebe, Muskelfasern und Knorpelstrahlen enthält es noch Blutgefäße und größere Bluträume im Bindegewebe. Die Muskelschicht liegt nicht überall den Knorpelstrahlen dicht an. Zwischen den Insertionslinien der beiden Teile am Kiemenbogen findet sich ein Raum, der zur Aufnahme der Kiemenbogenarterie, die von hier aus ihre Äste an die einzelnen Kiemenblätter abgibt, und anderer Gefäße dient. Diese Gefäße sind von lockerem Bindegewebe, das den ganzen Raum ausfüllt, umgeben. Die Venen verlaufen (gegen VETTER) anderswo.

Auf der Vorderseite der Muskellage und auf der Rückseite der Knorpelstrahlenreihe liegt je eine Schicht lockeren Bindegewebes, welche beide Schichten des Diaphragma nach außen abschließen. Beide Bindegewebshäute stehen durch das die Knorpelstrahlen verbindende Bindegewebe und durch die bindegewebigen Muskelscheiden in Zusammenhang. Die äußersten Schichten der beiden das Diaphragma begrenzenden Lamellen verdichten sich zu einer Cutis, der das Epithel der Kiemensäcke vermittelst einer Basalmembran aufliegt.

Das die Knorpelstrahlen verbindende Bindegewebe ist gewöhnlich locker. Bei Scyllium sondert sich jedoch aus diesem Bindegewebe an den oberen Enden der Knorpelstrahlen eine Art von festerem Ligament ab, das die oberen Enden sämtlich untereinander verbindet. Bei Raja

findet sich hier zwischen den Knorpelstrahlen noch ein besonderer Apparat von Bändern, der schon von DUVERNOY beschrieben wurde. Den Diaphragmamuskel (Musculus interbranchialis) beschreibt DRÖSCHER eingehend p. 135 ff

Die Begrenzung der Kiemensäcke nach außen erfolgt durch bindegewebige Häute (Fortsetzungen dei Bindegewebslamellen des Diaphragmas und zwar der hinteren Diaphragmaseite), welche die Kiemensäcke allseitig bis auf die äußeren Kiemenspalten abschließen.

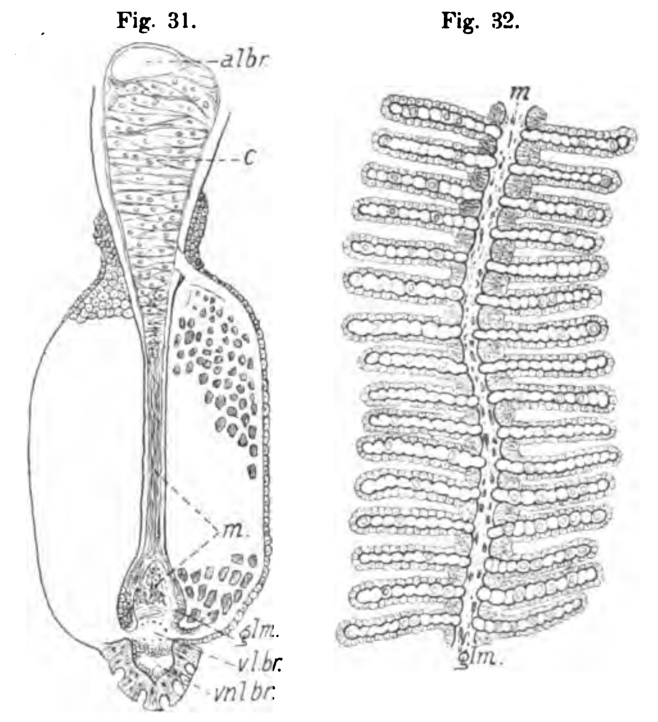


Fig. 31. **Kiemenblatt von Torpedo.** Querschnitt. *albr* Kiemenblattarterie, *vlbr* Kiemenblattvene, *vnlbr* Vena nutritiva laminae branchialis, *c* kavernöses Gewebe, *m* Bindegewebe, *glm* glatte Muskelbündel. (Nach DRÖSCHER *82*.)

Fig. 32. **Kiemenblatt von Torpedo.** Längsschnitt durch den rein bindegewebigen Teil des Kiemenblattes. *m* Bindegewebe, *glm* glatte Muskelbündel. (Nach DRÖSCHER *82*.)

Die Struktur der Kiemenblätter (s. Fig. 31—35): Die folgende Beschreibung bezieht sich hauptsächlich auf Torpedo. Der Querschnitt des Kiemenblattes hat ungefähr dreieckige Gestalt; die dem Diaphragma angewachsene Seite bildet die breite Basis; die derselben gegenüberliegende Dreiecksecke ist nicht spitzig, sondern abgerundet; sie entspricht dem abgerundeten, äußeren Rande des Kiemenblattes. Das ganze Kiemenblatt hat die Gestalt einer Messerschneide. Die Basis, d. h. die dem Diaphragma angewachsene Seite, wird von der Arterie des Blattes eingenommen, der freie Rand dagegen von der Vene. Die dreieckige Gestalt des Querschnittes durch das eigentliche Kiemenblatt wird dadurch etwas gestört, daß die auf den Seitenflächen des Kiemenblattes senkrecht aufsitzenden Schleimhautfalten mitgetroffen werden: dieselben springen dann von den beiden Seiten des Querschnittes flügelartig vor; sie nehmen nicht die ganze Breite der Seitenfläche ein, sondern lassen das der Basis zugekehrte Drittel frei; dabei erscheinen sie als halbkreisförmige Flächen.

Das der Basis zugekehrte Drittel des Kiemenblattes besteht aus einem ganz eigentümlichen Gewebskörper, der die Kiemen der Plagiostomen von den der Teleostier, denen er gänzlich fehlt, wesentlich verschieden gestaltet. Er wurde schon von ALESSANDRINI erkannt und von

Dröscher eingehend beschrieben. Dieser Gewebskörper hat die Struktur eines Corpus cavernosum; man findet in seiner Wandung und in seinem Balkenwerk die auch den ganz ähnlichen Trabekeln eines kavernösen Gewebes zukommenden elastischen Fasern und glatten Muskelfasern, und seine Lückenräume werden auch von einem Gefäße aus, mit dem sie in Verbindung stehen, mit Blut gefüllt. Der Gewebskörper besteht aus Bindegewebe, das aber infolge der eigentümlichen Anordnung seiner Elemente in Form von Strängen und Balken große Lückenräume einschließt. Der Körper dieses Gewebes zieht sich durch die ganze Länge des Kiemenblattes, die Form desselben streng nachahmend; unten an dem festsitzenden Ende des Blattes spitzt er sich zu, um allmählich aufzuhören; oben in der abstehenden freien Spitze verbreitert er sich etwas: hier nimmt er fast die ganze Breite des Blattes ein. Zwischen den eigentlichen Bindegewebsfibrillen lassen sich deutlich stärkere und feinere elastische Fasern erkennen, außerdem sieht man hier, namentlich in den äußeren Schichten der Wandung, glatte Muskelfasern. Die Balken im Innern dieses Körpers bestehen aus sehr feinen, dicht nebeneinander gelagerten Bindegewebsfibrillen und elastischen Fasern, enthalten dagegen keine glatten Muskelfasern. Auf der Wandung dieses Gewebskörpers liegt das Epithel des Kiemenblattes vermittelst einer Basalmembran auf.

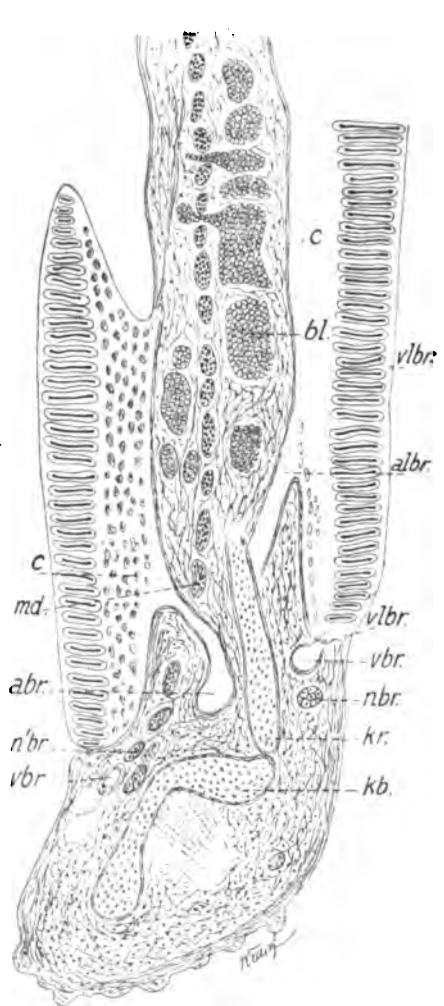


Fig. 33. **Kiemenblätter von Scyllium catulus.** Flächenschnitt durch zwei gegenüberstehende Kiemenblätter desselben Bogens; der mit *c* bezeichnete weiße Raum wird von dem kavernösen Gewebskörper eingenommen, *bl* Blutkörperchen, *vlbr* Kiemenblattvene, *albr* Kiemenblattarterie, *vbr* Wurzelvene, *nbr* und *n'br* Kiemenbogennerv, *Kr* Kiemenstrahl, *Kb* Kiemenbogen. *abr* Kiemenbogenarterie, *md* Musculus interbranchialis, *c* kavernöses Gewebe. (Nach Dröscher 82.)

Bei den Haien verhält sich dieser Körper wie bei Torpedo, doch sind die Bindegewebsbalken bei den Haien regelmäßiger parallel angeordnet als bei den Rochen, so daß es den Anschein haben kann, als bestände dieses Gewebe (wie Alessandrini meinte) aus parallel nebeneinander liegenden Gefäßen; durch Berücksichtigung von Längs- und Flächenschnitten überzeugt man sich jedoch, daß dies nicht der Fall ist.

Die Lückenräume dieses Körpers stehen bei den Plagiostomen durch Spalten mit der an der festsitzenden Seite des Blattes verlaufenden Arteria lam. branch. in Verbindung, so daß letztere ihr Blut in den

lakunären Gewebskörper hineinschicken kann. Auf allen Schnitten sieht man die Maschenräume sehr stark mit Blut gefüllt; in demselben bemerkt man einzelne Häufchen von Pigmentkörnchen.

Dieses kavernöse Gewebe kommt eigentlich nur den Kiemenblättern zu. Am oberen Ende derselben tritt es jedoch aus ihnen heraus und erstreckt sich über die Zwischenräume der einzelnen Kiemenblätter hinweg, dieselben an ihren oberen Enden auf diese Weise in Kommunikation setzend. Diese einzelnen Brücken kavernösen Gewebes zwischen den Kiemenblättern liegen im Diaphragma. Bei den Rochen sind sie nur wenig breit, bei den Haien ist das kavernöse Gewebe im Diaphragma über einen breiten Raum erstreckt; es bleibt nicht bloß zwischen den oberen Enden der Blätter, sondern überschreitet dieselben noch. Bei Torpedo und Raja findet sich hier sogar ein besonderes Gefäß, das die

Fig. 34. Fig. 35.

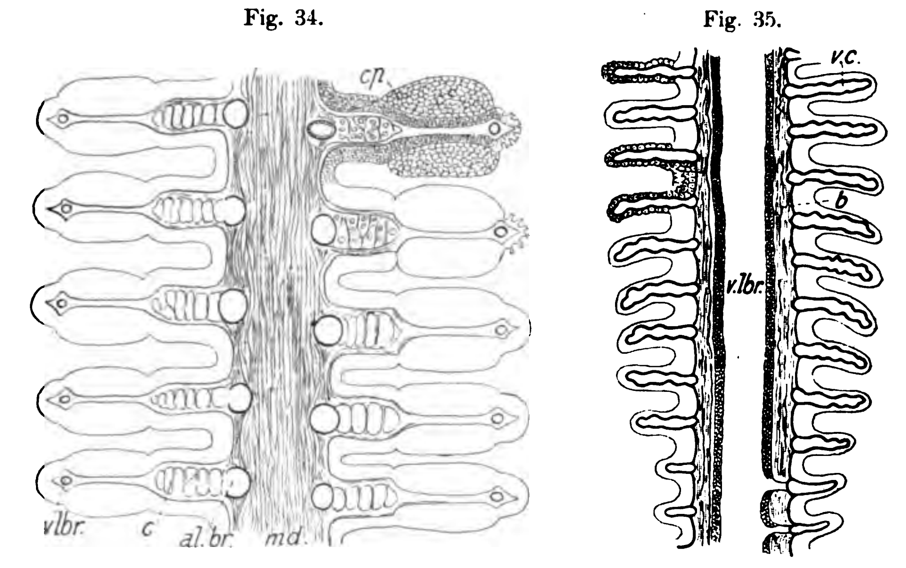


Fig. 34. **Kiemenbogen von Scyllium.** Querschnitt durch die zwei Kiemenblattreihen eines Bogens. *md* Musculus interbranchialis, *albr* Kiemenblattarterie, *c* kavernöses Gewebe, *vlbr* Kiemenblattvene, *cp* Kapillarnetz. (Nach DRÖSCHER *82*.)

Fig. 35. **Kieme von Torpedo.** Längsschnitt durch den freien Rand eines Kiemenblattes von Torpedo. *vlbr* Kiemenblattvene, *b* Basalmembran, *vc* Vene des Kapillarnetzes. (Nach DRÖSCHER *82*.)

oberen Enden der Kiemenblätter untereinander verbindet; an der ventralen und dorsalen Kommissur eines Sackes geht es von der einen Kiemenblattreihe auf die andere über. Es bildet also einen geschlossenen Gefäßring, der sämtliche Kiemenblätter des Sackes in Verbindung setzt. Dieses Gefäß zeigt stark elastische Wände, die eine sehr kräftige Ringmuskelschicht besitzen. An den einzelnen Blättern selbst erkennt man an ihm leichte Anschwellungen, die sich in ein besonderes, schwammiges Maschenwerk öffnen, das allmählich in das Gewebe des kavernösen Körpers übergeht.

An der Stelle, wo bei den Plagiostomen das beschriebene Gewebe liegt, d. h. also unmittelbar an der äußeren Seite der Art. lam. branch. befindet sich bei den Teleostiern die Kiemengräte, der Skelettstab der Kiemenblätter; dieselbe fehlt wiederum den Plagiostomen gänzlich. Sie ist hier über-

flüssig geworden durch den Umstand, daß die Kiemenblätter dem Diaphragma angewachsen sind, und durch dieses und die in demselben befindlichen Kiemenstrahlen gestützt werden.

An die vordere Kante des die Basis des Kiemenblattes durchziehenden kavernösen Gewebskörpers schließt sich die zweite der drei Gewebsregionen des Kiemenblattes an. Es ist dies eine Lamelle faserigen Bindegewebes, welches sich zwischen der vorderen Kante des kavernösen Gewebes und der am freien Rande des Kiemenblattes verlaufenden Kiemenblattvene ausspannt und letztere zum Teil umhüllt. Dieses Bindegewebe besteht aus sehr fein verästelten Bindegewebssträngen. Dieser Bindegewebslamelle, die die ganze Dicke des Kiemenblattes ausmacht, liegt die Basalmembran des Epithels direkt auf.

An der Bildung der auf den Seitenflächen des Kiemenblattes sich erhebenden Schleimhautfalten beteiligt sich das Bindegewebe des Blattes durchaus nicht. Die Schleimhautfalten enthalten nur das von Epithel überzogene Kapillarnetz.

Entsprechend den Zwischenräumen zweier solcher Falten finden sich in der Bindegewebslamelle zarte Bündel glatter Muskelfasern, deren Verlauf senkrecht zur Längsrichtung des Kiemenblattes ist. Sie lassen sich nach dem Diaphragma zu durch die Wandung des kavernösen Gewebes verfolgen und inserieren sich in derselben, ungefähr an der Übergangsstelle derselben in die Cutis des Diaphragmas. Nach dem freien Rand zu kann man sie bis in die Umgebung der Vene verfolgen, wo sie zwischen den dort befindlichen Gewebselementen ihr Ende finden.

Die Umgebung der Vene unterscheidet DRÖSCHER als dritte Region. Die Vene selbst zeigt in ihren Wandungen den Bau der Arterien, sie ist ihrer physiologischen Funktion nach auch Arterie und trägt bloß als ableitendes Gefäß den Namen Vene. In die Vene münden auf beiden Seiten entsprechend den Schleimhautfalten die Venen des respiratorischen Kapillarnetzes, das ja in den Falten liegt. An der vorderen und hinteren Seite der Reihe der einmündenden Venen, und zwar auf beiden Seiten der Kiemenblattvene, zieht nun je ein Bündel parallel gelagerter elastischer Fasern mit glatten Muskelfasern durch die ganze Länge des Kiemenblattes. Der Vene angelagert verläuft ein Nerv. Nach außen von der Vene liegen zwei längsverlaufende Gefäßräume, die zum nutritiven Gefäßsystem gehören.

Das Epithel der Kiemensäcke: Das Epithel, das die Kiemensäcke auskleidet und nichts als eine Fortsetzung der Rachenschleimhaut durch die Pori branchiales interni darstellt, während es nach außen zu ununterbrochen in die Bedeckung der äußeren Haut übergeht, zeigt dieselbe Beschaffenheit wie bei den Teleostiern. Es ist zweischichtig, beide Schichten bestehen aus mehreren Zelllagen. Die Zellen der tieferen Schichten zeigen sich mehr rundlich und sind größer; die Zellen der darüber liegenden Lagen nehmen an Größe allmählich ab. Zugleich platten sie sich ab und gehen in die Zellen der oberflächlichen Schicht über. Beide Schichten sind nicht scharf zu trennen. Zellenkerne mit Kernkörperchen sind in sämtlichen Zellenlagen deutlich. Im Epithel sind große Schleimzellen zahlreich. Letztere sind besonders häufig am Rande der Kiemenblätter, wo das Epithel mehr das Aussehen eines Zylinderepithels mit radiär um den freien Rand des Kiemenblattes angeordneten Zellen darbietet. Auch hier sind die Zellen der oberen Schichten kleiner und abgeplatteter als die der unteren Schichten. Ähnlich verhält sich das mehrschichtige Epithel der Seitenflächen der Kiemenblätter, und zwar zwischen den

einzelnen Schleimhautfalten. Das Epithel der Schleimhautfältchen, d. h. also der eigentlichen respiratorischen Fläche, ist dagegen einschichtig. Es besteht aus einer einzigen Lage großer, polyedrischer, lückenlos sich aneinander anschließender Zellen, die nach außen kugelsegmentartig hervorgewölbt sind. Sie besitzen einen großen Kern mit deutlichen Kernkörperchen. Diese großen Zellen liegen einer Basalmembran auf, die das Kiemenkapillarnetz direkt bedeckt.

Nur bei Torpedo findet sich am äußeren Rande der Schleimhautfalten an einer nahe der Austrittsstelle der Kapillarnetzvene gelegenen Stelle anstatt eines einschichtigen Epithels ein mehrschichtiges, rundes Epithelpolster. An diesen Stellen berühren sich die einzelnen übereinander liegenden Schleimhautfalten.

Die Schleimzellen färben sich mit Methylviolett tiefblau.

Das Gefäßsystem der Kiemen: Im Gefäßsystem der Kiemen sind das respiratorische Gefäßsystem und das nutritive zu unterscheiden. Ersteres bietet drei Abschnitte: die Arterien, das Kapillarnetz und die Venen.

Betreffend den Verlauf dieser Gefäße der Kiemen verweise ich auf die eingehende, auch die ältere makroskopische Literatur berücksichtigende Schilderung Dröschers, der ich folgendes entnehme:

Die Kiemenbogenarterie verläuft in dem Raum zwischen der Basis der Knorpelstrahlen und der Insertionslinie der Muskelschicht, und zwar am unteren Mittelgliede ganz dicht am Kiemenbogen, in einer Rinne des letzteren. Die Kiemenbogenarterie gibt nie für jedes Kiemenblatt einen besonderen Ast ab, sondern es entspringen aus ihr stets nur größere Gefäße von Zeit zu Zeit, die für mehrere nebeneinanderliegende Kiemenblätter bestimmt sind. Die aus diesen primären Ästen hervorgehenden Art. laminarum branchialium (Kiemenblattarterien) liegen an der inneren, dem Diaphragma zugekehrten Seite der Blätter ganz entsprechend ihrer Lage bei den Teleostiern, doch treten sie bei Plagiostomen nicht schon am Grunde des Kiemenblattes in dasselbe hinein, wie bei den Teleostiern, sondern sie treffen das Kiemenblatt meist erst in halber Höhe desselben. Die Kiemenblattarterie teilt sich in zwei Äste nach unten und oben, welche beide in das Lückensystem des kavernösen Gewebskörpers übergehen. Bei den Plagiostomen wird die innere Seite des Kiemenblattes also gar nicht ganz von einem besonderen Gefäß eingenommen (gegen Cuvier und Alessandrini), sondern ein solches existiert nur eine Strecke weit oberhalb und unterhalb des Punktes, in welchem die Art. laminae branchialis an das Kiemenblatt herantritt. Die Kapillarnetzarterien kommen also nicht aus der Art. lam. branch. direkt, sondern aus dem kavernösen Gewebskörper. In ihrem Bau unterscheiden sich alle diese Arterien gar nicht von den Kiemenvenen.

Das Kapillarnetz nimmt die auf den Seitenflächen der Kiemenblätter sich erhebenden Schleimhautfalten ein. Zugeführt wird dem Kapillarnetz das Blut durch eine besondere kleine Arterie, die aus dem kavernösen Gewebe nahe der vorderen Grenzlinie desselben hervorkommt, und zwar aus einem größeren Lückenraume, der auf dem Querschnitt ein gefäßartiges Aussehen hat. An der Stelle, wo diese kleinen Arterien als selbständige Gefäße erscheinen, zeigen sie kleine bulböse Anschwellungen, die mit einer sehr starken Ringmuskelschicht belegt sind. Jede Schleimhautfalte wird auf beiden Seitenflächen von Epithel begrenzt, welches auf einer Basalmembran liegt. Der ganze Raum zwischen den beiden Basalmembranen der beiden Seiten wird von dem Kapillarnetz eingenommen. Auf der dem Kiemenblatte ansitzenden Seite schließt sich das Kapillarnetz durch eine elastische Membran, die mit der Basalmembran zusammen-

hängt und ihr gleicht, gegen das Gewebe der Achse des Blattes ab. Der Zwischenraum zwischen den einzelnen Kapillaren wird eingenommen von homogenem Bindegewebe, das sehr deutlich ellipsoidische Kerne mit Kernkörperchen zeigt. Am äußeren Ende des Kapillarnetzes, dem freien Rande des Kiemenblattes zugekehrt, ergießen sich die Kapillaren in eine Vene, die das Blut aus der Schleimhautfalte heraus in die am freien Rande des Blattes verlaufende Kiemenblattvene führt.

Die Kiemenblattvenen nehmen die freien Ränder der Kiemenblätter ein, ganz wie bei den Teleostiern. Die Kiemenblattvenen vereinigen sich 2—3 zu größeren Stämmen, die dann ihrerseits in die unterhalb einer jeden Kiemenblattreihe eines Kiemenbogens (also finden sich hier an einem Kiemenbogen zwei, bei Teleostiern dagegen an jedem Kiemenbogen nur eine Wurzelvene) hinlaufenden Wurzelvenen münden (ALESSANDRINI).

Das nutritive Gefäßsystem: Die nutritiven Gefäße der Kiemen entspringen aus dem Körperarteriensystem, d. h. aus den Gefäßen, die aus den Kiemenvenen hervorgehen, und ihr Blut kehrt in das Körpervenensystem zurück. DRÖSCHER (p. 169 ff.) gibt eine eingehende Beschreibung dieser Gefäße.

Die Arterien des nutritiven Gefäßsystems der Kiemenblätter nehmen ihren Ursprung in den Kiemenblättern selbst; die Venen treten in die Venen des Diaphragmas über. Das ziemlich großmaschige nutritive Kapillarnetz des Kiemenblattes entsteht aus zahlreichen aus der inneren angewachsenen Seite der Kiemenblattvene hervorgehenden Gefäßen. Zwei Venae nutritivae liegen an dem freien Rande des Kiemenblattes auf der äußeren Seite der Vene. Ihre Wandungen sind nur dünn, nicht muskulös.

Die Blutbewegung in den Kiemen wird bei den Plagiostomen durch Ein- und Ausatmungsbewegungen nicht sonderlich unterstützt, wie das dagegen bei den Teleostiern der Fall ist. Den Plagiostomen fehlt die Kiemengräte der Teleostier, welche die Übertragung der Atembewegungen auf die Blutbewegung bewirkt. Der vollkommene Mechanismus der Knochenfische fehlt den Plagiostomen gänzlich. Letztere bedürfen aber auch eines solchen nicht, bei ihnen erhält das Blut schon vom Herzen einen kräftigen Antrieb, der es leichter durch die Kiemenkapillaren treibt. / (DRÖSCHER *82*.)

/ H. VIRCHOW unterscheidet nach dem Verhalten der Spritzlochkieme drei Gruppen der Selachier:

1. die Notidaniden (Heptanchus und Hexanchus) mit einer Kieme;
2. Haifische mit einem Gefäßkörper von der Anordnung eines ziemlich einfachen Wundernetzes (Galeus, Mustelus, Scyllium, Pristiurus, Lamna, Carcharias);
3. Formen, bei denen aus dem zu- und abführenden Schenkel ein einfaches an der Vorderseite des Spritzloches vorbeiziehendes Gefäß geworden ist, welches unbedeutende Zweige aufwärts sendet (Trygon, Torpedo).

Squatina übernimmt eine Überleitung der zweiten zur dritten Gruppe.

Das zuführende Gefäß („Arterie der Spritzlochkieme") kommt von der lateralen Seite, das abführende („Vene der Spritzlochkieme") läuft nach der medialen Seite.

Über das Genauere des Gefäßverlaufes in der Spritzlochkieme von Heptanchus, Galeus, Lamna und Carcharias vergl. die Originalarbeit. JOH. MÜLLER hat die Pseudobranchie bei Lamna übersehen. / (H. VIRCHOW *89*.)

Über die makroskopische vergleichende Anatomie der Kiemen bei Selachiern und Chimären vergl. ferner bei GEGENBAUR *01*, p. 222 ff.

Die neuere Schilderung des feineren Baues der respiratorischen Fältchen der Kiemenblättchen der Selachierkieme durch BIÉTRIX siehe oben p. 23 f.

Bei Mustelus laevis konnte ich (Schnittdicke 10 μ und dünner) die Pilasterzellen deutlich erkennen. Die subepitheliale Membran konnte an vielen Stellen nicht wahrgenommen werden, an einzelnen Stellen jedoch war sie zu sehen und zeigte auch Kerne. Sie scheint am festsitzenden Teil der Kiemenlamellen stärker entwickelt zu sein als am frei flottierenden. Ebenso sah ich bei Torpedo marmorata die Pilasterzellen in den Kiemenlamellen, während mir eine subepitheliale Membran nicht deutlich erschien.

Ganoidei.

Was den Bau der Ganoidenkieme anlangt, so konnte ich in der Literatur nur makroskopische Angaben auffinden, aus denen ich folgendes erwähne:

/ Über makroskopische Verhältnisse der Kiemen bei Ganoiden, besonders deren Blutgefäße, ferner über Nebenkiemen, Pseudobranchien und accessorische Kiemen bei Fischen vgl. vor allem JOH. MÜLLER, *46.* / (JOH. MÜLLER *46*).

/ Lepidosteus osseus besitzt am Kiemendeckel zwei Kiemen, welche einen gleichartigen Bau besitzen und mit ihren Enden aneinander stoßen. JOH. MÜLLER, DOHRN u. a. behaupten, daß es sich dabei um zwei verschiedene Kiemen (Hyoid- und Spritzlochkieme) handle. GEGENBAUR, BALFOUR, WRIGHT sind der Ansicht, daß es zwei Stücke einer Kieme der Hyoidkieme seien. F. W. MÜLLER kommt zum Resultat, daß die Pseudobranchie tatsächlich an einem Stück des ersten Bogengefäßes entsteht und sich damit als Spritzlochkieme erweist. / (F. W. MÜLLER, *97.*)

/ Betreffend das makroskopische Verhalten der Hyomandibularspalte und der Pseudobranchien bei Lepidosteus und Amia vgl. RAMSAY WRIGHT, *85.* Dieser kommt unter anderem zum Resultat, daß bei Lepidosteus die Hyoidhalbkieme in zwei Teile geteilt ist, den unteren funktionierenden und den oberen (oder Pseudobranchie) nicht respiratorischen. / (RAMSAY WRIGHT *85.*)

Weiteres über die makroskopische vergleichende Anatomie der Kiemen bei Ganoiden vgl. bei GEGENBAUR *01*, p. 225 ff.

Den Selachiern gegenüber charakterisiert GEGENBAUR die Kiemen der Ganoiden und Teleostier folgendermaßen (s. Fig. 36):

/ „Der zweizeilige Kiemenblättchenbesatz eines Kiemenbogens stammt, in Vergleichung mit Selachiern, aus zwei verschiedenen Kiementaschen, jenen, zwischen denen der betreffende Bogen seine Lage hatte. Was man bei Ganoiden und Teleostei „Kieme" nennt, ist also eine Kombination zweier, ursprünglich verschiedenen Kiementaschen zugehöriger Blättchenreihen." Durch diese vorzüglich im Wegfall der Septa sich äußernde Veränderung kommt eine bedeutende Raumersparnis zum Ausdruck. Der Verlust der Septa wird aufgewogen durch die Ausbildung des die Rolle eines Schutzorgans für die Gesamtheit der jederseitigen Kiemen übernehmenden Deckelapparates, welcher aus dem der ersten realen Kiemenspalte der Selachier zugehörigen Hautdeckel hervorgeht.

Während bei Selachiern jede Kiementasche als Gesamtheit ihre Stütze von den in die Septa sich erstreckenden Kiemenstrahlen empfing, sind die Kiemenstrahlen bei Ganoiden und Knochenfischen den einzelnen Blättchen zugeteilt und dementsprechend bedeutend vermehrt.

Die Blättchen eines Bogens sind nach dem Verluste des sie zu Paaren verbindenden Septalrestes häufig nicht mehr in dieser Anordnung und zeigen sich dann in alternierender Stellung am Kiemenbogen. In jedem verläuft ein knorpeliger Kiemenstrahl längs der inneren Seite und bildet eine Stütze. An den Strahl tretende Muskelchen mit zum Teil ontogenetisch wirksamen elastischen Bändern erzeugen Bewegungen der einzelnen Kiemenblättchen und geben Ausdruck von der außerordentlichen Spezialisierung des Apparates. Wie schon jedes Blättchen eine Flächenvergrößerung ausdrückt, so steigert sich diese von neuem durch quere Falten, die von der Basis bis zur Spitze einander parallel sich folgen und je nach der Länge der Blättchen mehr oder minder zahlreich sind. Jedem Kiemenblättchen sind sowohl nutritorische als auch respiratorische Blut-

Fig. 36. Fig. 37.

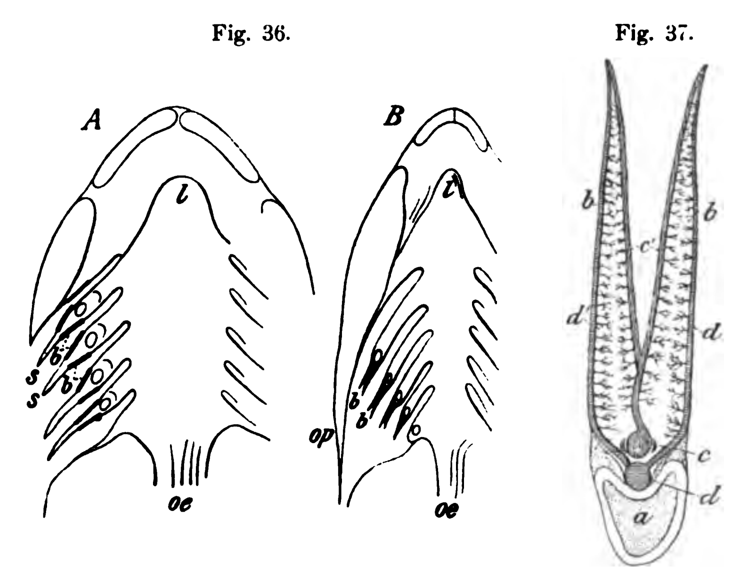


Fig. 36. **Horizontalschnitt durch die Kiemenhöhle** *A* **von Scyllium**, *B* **von Barbus.** Der Boden dieser Höhle ist sichtbar. *l* Zunge, *oe* Speiseröhre, *s* Septa der Kiementaschen, *b* Kiemen, *op* Kiemendeckel. (Nach GEGENBAUR *01*.)

Fig. 37. **Gefäßverteilung in den Kiemenblättchen.** *a* Querdurchschnitt des knöchernen Kiemenbogens, *b b* zwei Kiemenblättchen, *c* Kiemenarterie, *c'* Ästchen der Kiemenarterie in den Blättchen, *d* Kiemenvene, *d' d'* Ästchen der Kiemenvene in den Kiemenblättchen. (Nach CUVIER). (Aus GEGENBAUR *01*.)

gefäße zugeteilt (s. Fig. 37). Von den letzteren nimmt die Kiemenarterie ihren Weg längs des inneren, die Kiemenvene längs des äußeren Randes des Blättchens. Von beiden treten Zweige in die Falten ab und gehen da in ein dichtes Kapillarnetz über. Wirksam für den Mechanismus der Zirkulation in den Kiemenblättchen sind gewisse, aus der Lage der Kiemenstrahlen zu den Gefäßstämmchen, sowie aus den Bewegungen der Strahlen und damit der Blättchen resultierende Momente. Den Überzug der Falten bildet einschichtiges Epithel.

Die eigentümliche Gestaltung der Kiemenblättchen der Lophobranchier beruht in einer bedeutenden Verdickung jenes Blättchens, welches dadurch kolbig erscheint. Die Blättchen sind nur in geringer Anzahl vorhanden, dicht gedrängt den Raum der Kiemenhöhle erfüllend. (GEGENBAUR *01*.)

Teleostei.

Die Teleostierkieme wurde eingehend von Riess *81* untersucht, dessen Ergebnissen ich besonders folge. Einige mehr makroskopische Notizen stelle ich voraus.

/ Bei den Grätenfischen ist die Norm für den Bau der Kiemen diese, daß ein jedes solches Organ aus einem knöchernen, mit einer Schleimhaut bekleideten Bogen besteht, auf dessen konvexer Seite zwei Reihen lanzettförmiger Blättchen sitzen, deren jedes aus einem knorplig-fibrösen Strahle und einer häutigen Scheide besteht, welche Scheide an den beiden Seiten des Blättchens eine große Anzahl querverlaufender, schmaler und überhaupt zarter Falten oder Leisten bildet.

Bei den Syngnathen sind dagegen die Falten eines jeden Blattes verhältnismäßig bedeutend breiter, als bei anderen Grätenfischen, und bilden lauter ansehnlich breite Platten, die alle wie die Blätter eines Buches nach ihrer ganzen Länge und Breite einander anliegen.

Bei Lepadogaster biciliatus stellen die zarten Falten an den beiden Seiten eines Kiemenblattes ziemlich ausgezogene Platten dar, die alle mit dem Schafte des Blattes unter sehr spitzen Winkeln verbunden sind. / (Rathke *38*.)

Weiteres über die makroskopische vergleichende Anatomie der Kiemen bei Teleostiern siehe bei Gegenbaur *01*, p. 225 ff.

/ Riess, welcher Esox lucius, Perca fluviatilis, Leuciscus rutilus, Cyprinus carpio und auratus, Cobitis fossilis, Salmo salar, Hippocampus untersuchte, kommt betreffend den Bau der Kiemenblätter zu folgenden Resultaten:

Jedes Kiemenblatt enthält einen Stütz- und Bewegungsapparat und wird von einer teils glatten, teils gefalteten Haut bedeckt. Unter der Haut findet sich ein sehr ausgebreitetes Gefäßsystem vor.

I. Stütz- und Bewegungsapparat der Kiemenblätter s. Fig. 38—47: Dieser Apparat setzt sich aus einem Skelettstücke, der Kiemengräte, aus Bindegewebe, welches andere Organe an die Gräte, diese selbst aber an den Kiemenbogenknochen, sowie an die Gräten benachbarter Blätter heftet, und aus Muskeln und elastischen Bändern zusammen, durch welche die Gräte bewegt wird.

1. Die Kiemengräte. Dieselbe besteht aus einem langgestreckten, säbelförmigen Körper und einem kurzen Gelenkkopfe. Was das Gewebe der Kiemengräten anlangt, so zählt Lereboullet eine Anzahl Fische mit knöchernen, ebenso viele mit knorpeligen und noch andere mit halb knöchernen und halb knorpeligen Kiemengräten auf. Riess hat bei den von ihm untersuchten Arten überall gefunden, daß die Kiemengräten aus verkalktem Knorpel bestehen. Die Gelenkkohren bestehen aus schaligem Knorpel mit eingestreuten halbmondförmigen Zellen und reichlicher Zwischensubstanz. Die Schalen lagern sich konzentrisch um den Haken des Kiemengrätensäbels. Durch den Kiemengrätensäbel zieht sich beim Hecht und Barsch ein rundlicher, nach der Spitze der Gräte allmählich an Breite zunehmender und an der Spitze selbst die ganze Gräte bildender Strang. Derselbe besteht aus großen polyedrischen, dicht gedrängten Zellen. Die Zellen besitzen einen sehr großen, kugeligen oder ellipsoidischen Kern mit deutlichen Kernkörperchen und einer körnigen Masse. In der Peripherie des Stranges liegen kleinere, abgeplattete Zellen. An der Basis der Kiemengräte zweigt sich von dem in Rede stehenden Zellenstrange ein anderer ab, welcher gegen ihn divergierend nach dem inneren Rande der Kiemengräte zieht und sich da bald verliert. Auch

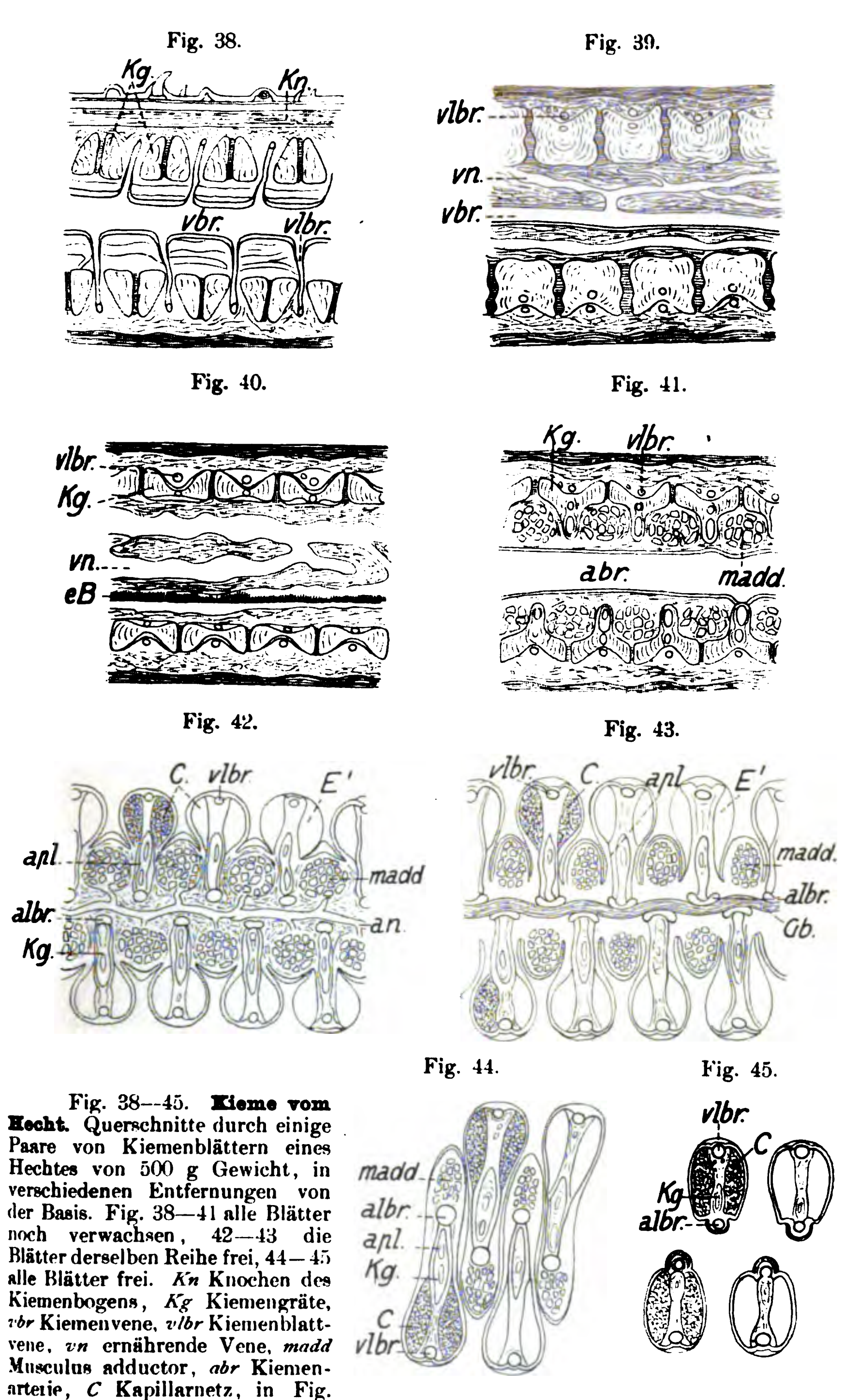


Fig. 38—45. **Kieme vom Hecht.** Querschnitte durch einige Paare von Kiemenblättern eines Hechtes von 500 g Gewicht, in verschiedenen Entfernungen von der Basis. Fig. 38—41 alle Blätter noch verwachsen, 42—43 die Blätter derselben Reihe frei, 44—45 alle Blätter frei. *Kn* Knochen des Kiemenbogens, *Kg* Kiemengräte, *vbr* Kiemenvene, *vlbr* Kiemenblattvene, *vn* ernährende Vene, *madd* Musculus adductor, *abr* Kiemenarterie, *C* Kapillarnetz, in Fig. 42—45 angedeutet, *E'* Haut der Falten, von der Fläche aus gesehen; *apl* Arterie der Kiemenblattfalten, *an* ernährende Arterie, *albr* Kiemenblattarterie, *Gb* Band, welches die Kiemenblattarterien verbindet, und ihre Wandung bildet, *eB* elastisches Band zwischen den gegenüberliegenden Blättern. Vergr. 35fach, reduziert auf $^4/_5$. (Nach RIESS *81*.)

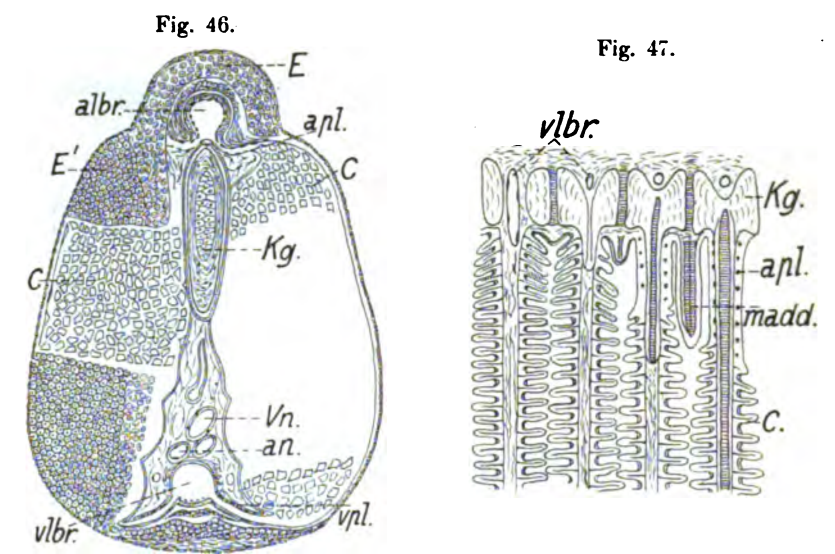


Fig. 46. **Kieme vom Hecht.** Durchschnitt durch den freien Teil eines Kiemenblattes vom Hecht, wie Fig. 45. *E* Haut durchschnitten, *C* Kapillarnetz, das Weißgelassene stellt die Kapillaren dar, links ist in der Mitte das Kapillarnetz, innen und außen das Epithel einer etwas gekrümmten Falte gezeichnet. *E'* Haut der Falte von der Fläche aus gesehen, *albr* Kiemenblattarterie, *apl* Arterie der Kiemenblattfalten, *Kg* Kiemengräte, *Vn* ernährende Vene, *an* ernährende Arterie, *vlbr* Kiemenblattvene, *vpl* Vene der Kiemenblattfalten. Vergr. 175fach, reduziert auf $^4/_5$. (Nach RIESS *81.*)

Fig. 47. **Kieme vom Hecht.** Längsschnitt durch Kiemenblätter, parallel der Richtung des Kiemenbogens. *Kg* Kiemengräte, *vlbr* Kiemenblattvene, *apl* Arterie der Kiemenblattfalten, *madd* Musculus adductor, *C* Kapillarnetz. (Nach RIESS *81.*)

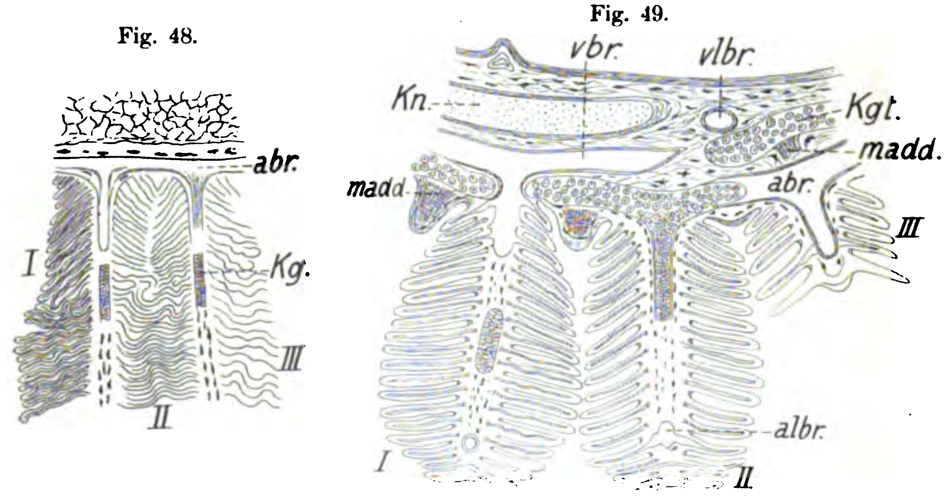


Fig. 48. **Pseudobranchie vom Barsch.** 40mal vergr., reduz. auf $^9/_{10}$. Bei *III* nur die quer durchschnittenen Kapillarnetze eines Blattes, bei *II* die verschlungenen zweier Blätter, bei *I* auch das quer durchschnittene Epithel der Hautfalten eines Blattes gezeichnet. *Kg* Kiemengräte, *abr* Kiemenarterie. (Nach RIESS *81.*)

Fig. 49. **Kiemen vom Seepferdchen (Hippocampus).** Längsschnitt durch drei Blätter, nicht genau parallel der Richtung des Bogens, so daß Blatt *I* in der Nähe des Außenrandes, Blatt *II* durch die Mitte, Blatt *III* in der Nähe des Innenrandes durchschnitten ist. Man sieht beide Knorpelstämme, aber nur den einen mit Kiemengräten. *Kn* Knochen des Kiemenbogens, *Kgt* Kiemengräte, *vbr* Kiemenvene, *vlbr* Kiemenblattvene, *madd* Musculus adductor, *abr* Kiemenarterie, *albr* Kiemenblattarterie. Vergr. 50fach, reduziert auf $^4/_5$. (Nach RIESS *81.*)

beim Lachs und den Cyprinoiden finden sich zwei solcher Zellenstränge in der Kiemengräte vor; beide ziehen aber durch die ganze Gräte, der eine am inneren Rande, der andere mehr in der Mitte gelegen. Von letzterem zweigen sich unter rechtem Winkel Querstränge für die Rippen und Zähne an den Kiemengräten des Lachses ab. Beide Zellenstränge werden von schaligem Knorpel mit spärlichen, halbmondförmigen Zellen eingehüllt, welcher, wie RIESS glaubt, offenbar von jenen aus gebildet wurde. Die Gräten der jüngsten Kiemenblätter bestehen nur aus dem großzelligen Strange. Die Gräten der Pseudobranchien vom Barsche (s. Fig. 48), werden auch nur von dem großzelligen Strange gebildet, welcher von einer dünnen Scheide zellenarmer Knorpelmasse umgeben ist.

Beim Seepferdchen (s. Fig. 49), dessen Kiemengräten sich von denen der übrigen Knochenfische dadurch unterscheiden, daß die einer Kiemenblattreihe auf einem gemeinschaftlichen ununterbrochenen Knorpelstamme aufsitzen, haben die Kiemengräten die Beschaffenheit derjenigen einer Pseudobranchie vom Barsch. Eine zellenarme Knorpelscheide schließt einen großzelligen Strang ein. Anfangs liegt die Gräte in der Mitte des Blattes, später zieht sie sich nach dem äußeren Rande, liegt dann also der Vene des Blattes näher, als der Arterie, was bei den übrigen Knochenfischen umgekehrt der Fall ist.

2. Bindegewebe. Die Kiemenblätter einer und derselben Reihe werden durch dünne, sehr feste Bänder aneinander geheftet. Diese liegen wie dünne Platten zwischen den Gelenkköpfen der Kiemengräte und betragen etwa den fünften Teil der Dicke eines Gelenkkopfes. Sie bestehen aus sehr dicht aneinanderliegenden Fasern, zwischen welche Spindelzellen reichlich eingelagert sind. Bei Hippocampus fehlen diese Platten selbstverständlich; sie werden hier durch entsprechend gelegene Partien des die Kiemengräten tragenden ununterbrochenen Knorpelstammes vertreten.

Die durch die Zwischengrätenbänder gebildeten, sehr festen Reihen der Kiemenblätter werden durch lockerfaseriges Bindegewebe an den Kiemenbogenknochen und an die die Bogen bedeckenden Hautknochen befestigt.

Der säbelförmige Teil der Kiemengräte wird von einer dicht anliegenden Bindegewebsscheide vollständig eingeschlossen. Nach dem Innenrande des Blattes setzen sich die Lamellen dieser Scheide zur Bildung einer zweiten Scheide fort, durch welche die Arterie des Kiemenblattes umschlossen und an die Kiemengräte befestigt wird. Ebenso ziehen zwei Lamellen divergierend nach dem äußeren Rande des Blattes, werden durch zahlreiche Zwischenlamellen verbunden und gestützt und hüllen auch die am äußeren Rande des Blattes verlaufende Kiemenblattvene ein. In den Pseudobranchien des Barsches und in den Kiemen des Seepferdchens finden sich in diesem Bindegewebe zahlreiche Pigmentzellen.

3. Muskeln und elastische Bänder. Während DUVERNOY in bezug auf die Anordnung der Muskulatur vier Typen unterschied, findet RIESS nur zwei Modi der Anordnung der Muskeln und elastischen Bänder. Bei beiden werden die Kiemenblätter durch zwei in entgegengesetztem Sinne wirkende Kräfte nach innen und außen gedreht (Musculi adductores und Musculi abductores). Bei Hecht und Barsch werden die Musculi adductores noch unterstützt durch ein elastisches Band, welches, an den oberen inneren Rand der Gelenkohren der Kiemengräte sich ansetzend, die beiden gegenüberliegenden Blattreihen verbindet. Dieses Band

besteht aus dicht gelagerten Längs- und Querfasern. (Dieses Band wurde von HYRTL als eine Scheidewand in dem Kiemenbogenkanale aufgefaßt.) Bei Salmo und den Cyprinoiden liegt die Drehungsachse in einem Bande, welches zwischen den beiden Kiemenblattreihen etwa in der Mitte zwischen Basis und Spitze der Blätter, an der Stelle, wo die Blätter sich vollständig voneinander trennen, die ganze Länge der Kiemenblattreihen sich hindurchzieht und diese fest aneinander hält. Wegen dieses letzteren Umstandes wurden die Kiemenblätter dieser Fische als verwachsene bezeichnet, ja DÖLLINGER faßte die zwei gegenüberliegenden Blätter als einziges, doppeltes, mit zwei Gräten und zwei Spitzen auf.

II. Haut der Kiemenblätter. „Die Vergrößerung der Kiemenfläche ist nach dem Prinzip der Fältelung erfolgt. Man kann sich diese Fältelung als eine dreifache in folgender Weise vorstellen, womit aber keineswegs gesagt sein soll, daß sich dieselbe in Wirklichkeit so vollziehe. Dadurch, daß an den Seiten der Kiemenspalten oder, was dasselbe ist, auf den Rändern der Kiemenbogen Hautlamellen um die ganze Kiemenspalte herum sich erheben, erhalten wir die erste Fältelung; durch Zerspaltung dieser Lamellen in einzelne Blätter kommt es zu einer zweiten und endlich durch Bildung von Falten auf diesen Blättern zu einer dritten Fältelung. Diese letzten Falten bilden nun die eigentliche Respirationsfläche.“

Die Hautfalten sind bei allen Kiemen, mit Ausnahme der Pseudobranchien, eben. Die Kiemenblätter sind in ihrer ganzen Länge gefaltet. Alle Falten eines Blattes liegen einander parallel, die der beiden Seiten eines Blattes können gegenüber, aber auch abwechselnd gestellt sein. Bei den kammförmigen Kiemen bilden die Falten rechte Winkel mit den Rändern des Blattes; bei Hippocampus liegen sie am äußeren Rande des Kiemenblattes höher als am inneren, ziehen also schräg über das Kiemenblatt hinweg. Alle Falten stehen senkrecht auf den Flächen der Kiemenblätter, nur die ersten Falten an der Basis neigen sich unter einem spitzen Winkel nach der Spitze des Blattes. Die Falten nehmen von der Basis der Blätter nach der Spitze zu immer mehr von der Fläche des Kiemenblattes ein. Die Höhe der Falten, d. h. ihre Erhebung über die nicht gefaltet gedachte Fläche der Kiemenblätter wechselt, wie die Größe der Falten, sehr. Nach der Spitze und dem Rande der Blätter zu sind die Falten niedriger. Sehr niedrig sind die Falten wegen der eng stehenden Kiemenblätter beim Hecht. Die Menge der Falten auf einem Kiemenblatte richtet sich nach der Länge desselben. Ein 10 mm langes Kiemenblättchen vom Hecht trägt jederseits 150, ein $1^1/_2$ mm langes vom Seepferdchen 25 Falten.

Struktur der Kiemenhaut. An der Haut, welche den Kiemenbogen, sowie den äußeren und inneren Rand der Kiemenblätter bekleidet, lassen sich deutlich zwei Schichten erkennen, eine tiefere aus rundlichen und eine obere aus platten Zellen bestehende. Es wird also auch hier ein Verhornungsprozeß eingeleitet. Die platten Zellen behalten jedoch ihren Zellkern. Beide Schichten haben so ziemlich dieselbe Dicke: es liegen bei beiden drei oder vier Zellen übereinander. Zwischen diesen sehr kleinen Zellen finden sich noch größere, rundliche Schleimzellen. An den Falten ist die Haut wesentlich feiner. Sie besteht hier aus einer einzigen Schicht abgeplatteter, polygonaler Zellen von sehr geringen Dimensionen. Sie haben alle einen deutlichen Kern. Der Grund zwischen zwei Falten wird wieder von einer dickeren Haut gebildet. In der Tiefe liegen rundliche Zellen, welche nach oben hin sich in die Länge strecken und endlich in ein Epithel übergehen, welches Ähnlichkeit mit einem

Zylinderepithel hat. Auch hier kommen Schleimzellen vor. An den Seiten geht das Zylinderepithel allmählich in das Plattenepithel der Hautfalten über. / (RIESS *81*.)

/ Die Lamellen der Kiemenblätter in den Kiemen des Barsches (siehe Fig. 50—52) stellen dünne einschichtige epitheliale Hautfalten dar, die von innen durch kolonnenförmige Zellen gestützt werden. Diese Zellen sind durch Zwischenräume geschieden, welche Blutbahnen darstellen, in denen Blutzellen liegen.

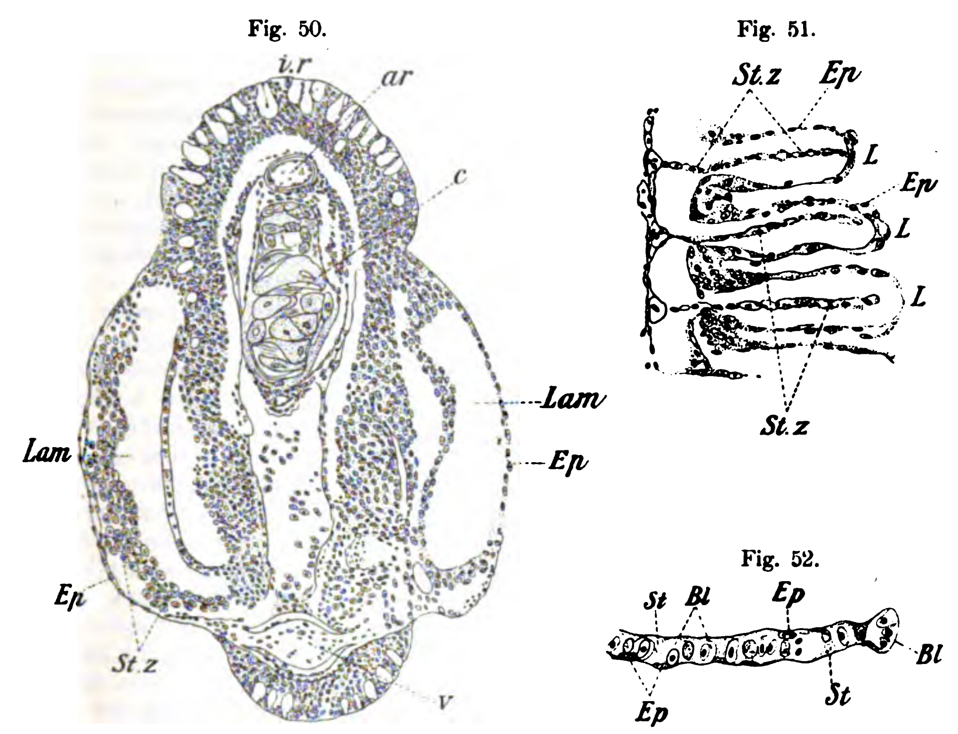


Fig. 50. **Kiemenblatt des Barsches.** Querschnitt, nicht weit vom freien Ende. Sublimat und Essigsäure; Hämalaun und Eosin. *ir* Innenrand; *ar* Außenrand des Kiemenblattes; *Lam* Kiemenlamellen, unregelmäßig durch den Schnitt gestreift; *Ep* äußeres Epithel; *St.Z* Stützzellen in tangentialem Durchschnitt getroffen, die kleineren Zellen zwischen ihnen sind Blutkörperchen; *c* Knorpelstab in der Achse des Kiemenblattes durchziehend; *ar* Arterie, *V* Vene des Kiemenblattes. Vergr. 187 fach, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach FAUSSEK *02*.)

Fig. 51. **Kiemenblatt des Barsches.** Teil eines Längsschnittes. *L* Kiemenlamellen; *Ep* Epithel derselben, welches von den zu einem Ganzen verbundenen Stützzellen (*St.Z*) der Lamellen sich abgehoben hat. Sublimat-Essigsäure; Hämalaun und Eosin. Vergr. 250 fach, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach FAUSSEK *02*.)

Fig. 52. **Kiemenlamelle (Falte des Kiemenblattes) des Barsches.** Schnitt. *Ep* äußeres einschichtiges Epithel; *St* Stützzellen; *Bl* Blutkörperchen in intercellulären Räumen (zwischen den Stützzellen), welche die Kapillare ersetzen. Sublimat-Essigsäure; Hämalaun und Eosin. Vergr. 500 fach, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach FAUSSEK *02*.)

Die kolonnenförmigen Zellen zeigen ungefähr in ihrer Mitte einen Kern, der oft unregelmäßig gelappt oder sogar sternförmig ist.

Die Zwischenräume, durch welche das Blut in den Lamellen der Kiemenblätter fließt, haben das Aussehen eines in einer Fläche liegenden Netzes von Kanälen und entsprechen den Kapillaren; es sind Kapillaren

der Atmungsfläche der Kiemen. Jedoch sind es keine echten Kapillaren, da sie keine eigenen Wände außer den Stützzellen der Kiemenblätterlamellen besitzen.

Im Epithel an den Kanten der Kiemenblätter beim Barsch, welches in den Hauptzügen den Bau der Hautepidermis der Teleostier überhaupt zeigt, finden sich zwischen den Epithelzellen stark entwickelte Intercellularlücken, enthaltend Wanderzellen, so daß im ganzen das Epithel den Charakter von Mesenchymgewebe annimmt.

Biétrix hat auch die Entwicklung der Kiemenlamellen bei Forellenembryonen untersucht (siehe oben p. 32): die Lamellen legen sich in Form von Falten des Kiemenblattepithels an, in welche Mesenchymzellen eindringen; zwischen denselben erscheint Blut mit seinen Formelementen, die Mesenchymzellen selbst aber, zwischen zwei Epithelblättern liegend, nehmen den Charakter von pfeilerförmigen Stützzellen an. Daraus folgert Faussek, daß die Kiemenlamellen bei den Fischen das ganze Leben hindurch den Charakter ihres embryonalen Baues bewahren.“ / (Faussek *02.*)

/ **III. Die Gefäße der Kiemenblätter:** Jedes Kiemenblatt enthält zwei Gefäßsysteme; das eine dient der Atmung, das andere der Ernährung des Kiemenblattes.

1. Das respiratorische Gefäßsystem: a) Die Arterie des Kiemenblattes. Die Arteria branchialis gibt für jedes Kiemenblatt ein besonderes Gefäß ab. Nie haben die Arterien zweier gegenüberliegender Blätter einen gemeinschaftlichen Ursprung, wie es Hyrtl bei Acipenser ruthenus abbildet (vergl. dagegen die Schilderung von Dröscher für Plagiostomen). Die Arterie des Kiemenblattes verläuft an dessen innerem Rande bis zur Spitze. Die Kiemenblattarterie wird durch die Kiemengräte zusammengeschnürt. Während diese Arterie bei ihrem Austritt aus der Art. branch. einen kreisförmigen Querschnitt besaß, wird dieser dann oval, später halbmondförmig. Endlich geschieht die Zusammendrückung in einem so hohen Grade, daß sich das Gefäß seitlich ausbuchten muß. Es besteht jetzt aus zwei zylindrischen Gängen, die an den Seiten der Kiemengräte hinziehen und durch ein rinnenförmiges, von der Kiemengräte bedecktes Mittelstück kommunizieren. Diese Form hat das Gefäß beim Hecht und Barsch nur auf eine kurze Strecke von etwa 0,3 mm in 10 mm langen Blättern. Bei dem Lachs und den Cyprinoiden dagegen findet sich die Einschnürung bis zur Mitte des Kiemenblattes. Bei dem Hecht und dem Barsch findet sich weiter da, wo die Einschnürung statthat, an der inneren, also der Kiemengräte gegenüberliegenden Seite ein 0,3 mm dickes und 0,2 mm breites, sehniges, aus dicht aneinanderliegenden, parallelen Fasern bestehendes Band. Dasselbe bildet an der Stelle der Einschnürung die Wandung der Kiemenblattarterie an der inneren Seite, was an der äußeren Seite durch die Kiemengräte bewirkt wird. Ersteres geschieht aber an den Arterien der Blätter beider Reihen eines Bogens, so daß also die Arterien der gegenüberliegenden Blätter, wie überhaupt alle Kiemenblattarterien eines Bogens durch dasselbe verbunden werden.

Nach der Einschnürung erweitert sich das Gefäß fast plötzlich wieder und bekommt nun ein Lumen, welches das beim Austritt aus der Art. branch. um $^1/_3$ der Weite übertrifft. Diese Weite behält das Gefäß fast bis zur Spitze des Blattes bei. Von der Erweiterungsstelle an bekommt dasselbe eine vollständige eigene Wandung, wird aber durch die früher erwähnte Bindegewebsscheide der Kiemengräte angeheftet. Da, wo sich die Kiemenblattarterie wieder erweitert, setzt sich an die Bindegewebs-

scheide der Musculus adductor an. Durch dessen Wirkung werden die Kiemenblattarterien zusammengepreßt. Bei Lachs und Cyprinoiden erweitern sich die Kiemenblattarterien an der Stelle, wo sich die gegenüberliegenden Blätter vollständig trennen, in einer Weise, daß RIESS von einem Kiemenblattherzen redet. Sie bekommen jetzt, wie beim Hecht, ringsum eigene Wandungen und beginnen mit einer bulbösen Anschwellung, deren Wandung über doppelt so dick ist, als die des nachfolgenden Gefäßes. HYRTL hat diese Erweiterung bei Cyprinus Brama gesehen und in derselben Weise gedeutet.

Bei den Cyprinoiden stehen die Erweiterungen der Arterien der einen Kiemenblattseite unter sich in Verbindung. Wir erhalten so ein perlschnurähnliches Gefäß durch die ganze Kiemenblattreihe. Mitunter finden Kommunikationen der Gefäße beider Blattreihen eines Bogens durch enge Kanäle statt.

b) Die Kapillargefäße des Kiemenblattes. Keiner der älteren Forscher (ROSENTHAL, JOH. MÜLLER, FISCHER, DÖLLINGER, HYRTL) hatten eine richtige Vorstellung von der kapillaren Verzweigung der Blutgefäße in den Kiemen. RIESS schildert dieselbe folgendermaßen: Die Kiemenblattarterie gibt für jede Hautfalte des Blattes auf beiden Seiten ein Gefäß unter meist rechtem Winkel ab. Die Kiemenfaltenarterien zerteilen sich erst, wenn sie in die Kiemenfalten eintreten. Sie anastomosieren in keiner Weise miteinander. Nach dem Eintreten in die Falten lösen sich die Kiemenfaltenarterien in das Kapillarnetz auf. Die Kapillaren bestehen nur aus dem Endothelrohr und erscheinen auf dem Querschnitte einfach konturiert. Das ganze Netz ist mit seiner Kante den Bindegewebslamellen, welche die Kiemengräte und die Hauptkiemenblattadern überziehen, angeheftet; seine Maschen werden durch homogenes Bindegewebe ausgefüllt. Alle Kapillaren liegen in einer Fläche. Nur in den Pseudobranchien sind die Netze wie die Falten gekrümmt. Immer oder fast immer wird das ganze Gefäßnetz von zwei stärkeren Kapillaren umflossen. Die Kapillaren sind so fein, daß die Blutkörperchen nur einzeln und nur parallel ihrer Längsachse dieselben passieren können. Bei Hippocampus haben vier Blutkörperchen, die diejenigen des Hechtes um die Hälfte an Größe übertreffen, neben- und übereinander in den Kapillaren Platz; also haben die Kiemenkapillaren des Seepferdchens einen etwa neunmal so großen Querschnitt als diejenigen des Hechtes. Die Maschen des Kapillarnetzes sind so eng, daß die Kapillaren ebensoviel von der Fläche des Netzes einnehmen, als die Zwischensubstanz. Das Adernetz der Kiemen ist weit feinmaschiger, als das der menschlichen Lunge. Auf einer Fläche von 0,01 Quadratmillimeter finden sich etwa 80 Maschen.

Die Kapillaren einer Falte vereinigen sich zu einer Vene, die, dicht unter der Haut am äußeren Rande des Kiemenblattes verlaufend, sehr bald in die etwas tiefer gelegene Kiemenblattvene einmündet. Die Kiemenfaltenvenen kommunizieren in keiner Weise miteinander, zeigen auch keine Anschwellungen.

c) Die Vene des Kiemenblattes. Sie verläuft am äußeren Rande des Kiemenblattes und hat, wie die Arterie, in der Mitte desselben den größten Querschnitt; kurz vor der Spitze nimmt dieser ab. Da, wo sie am Grunde des Blattes der Vena branchialis zubiegt, sowie da, wo sie über die Rinne der von den beiden Gelenkohren der Kiemengräte gebildeten Rolle hinwegzieht, ist sie sehr eng. Sie erweitert sich erst kurz vor dem Eintritte in die Vena branchialis.

Die Bewegung des Blutes durch die Kiemenblätter hindurch geschieht durch die Bewegung der Kiemengräten. Die bezüglichen Einrichtungen in den Kiemenblättern, welche RIESS eingehend beschreibt, lassen sich mit einer Saug- und Druckpumpe vergleichen.

2. Das nutritive Gefäßsystem: Außer den respiratorischen Gefäßen enthalten die Kiemenblätter noch andere, mehr im Inneren gelegene, nutritive. Von früheren Forschern (MONRO, FOHMANN) für Lymphgefäße beschrieben, wurden sie von JOH. MÜLLER als nutritive Blutgefäße erkannt. Jedoch gehen nicht, wie JOH. MÜLLER irrtümlich annahm, nutritive Gefäße aus der Kiemenblattvene hervor.

Die vielen Maschenräume in dem zentralen Bindegewebe der Kiemenblätter können als Lymphräume angesehen werden. Zwischen der Arteria branchialis und dem die gegenüberliegenden Kiemengräten verbindenden Bande verlaufen zwei, auch drei starke Gefäße, welche vielfach miteinander kommunizieren, ihrer Wandung nach den Charakter von Lymphgefäßen, ihrem Inhalte nach aber den von Blutadern an sich tragen. Diese Gefäße nehmen nun auch die Venen des nutritiven Gefäßsystems auf.

Die Arterien zur Ernährung des Kiemenbogens entstehen sowohl aus der Arteria, als auch der Vena branchialis, die zur Ernährung des Kiemenblattes nur aus der Arteria branchialis. „Die Arteria branchialis gibt an der der Basis des Blattes zugewendeten Fläche jederseits von Zeit zu Zeit ein stärkeres Gefäß ab. Diese Gefäße zerteilen sich vielfach und ernähren die an der Basis des Blattes gelegenen Bindegewebsmassen. Ein Ast derselben biegt um die Arteria branchialis und läuft dann an der von der Basis des Blattes abgewendeten Seite dieser hin. Dieses Gefäß ist das eigentliche Ernährungsgefäß beider Kiemenblattreihen. Nachdem es an vier oder fünf Blattpaare Zweige abgegeben hat, verschwindet es; es ist schon vorher durch ein anderes, ebenso entstandenes Gefäß unterstützt worden und wird schließlich durch dieses ersetzt. Diese Gefäße geben abwechselnd jedem Blatte der beiden Reihen ein Gefäß ab. Aus diesem entsteht bald ein Zweig für den Musculus adductor des Kiemenblattes. Dieser Muskel wird jedoch, besonders in seinen basalen Partien, noch von anderen, auch aus Zweigen der Art. branch. hervorgehenden Gefäßen ernährt." „Nach der Abgabe des Gefäßes für den Muskel teilt sich obiges Gefäß in zwei Arme, welche, die Kiemengräte umfassend, über diese hinweg nach dem äußeren Rande des Kiemenblattes fast bis zur Kiemenblattvene ziehen. Hier beschreiben sie einen Bogen und ziehen nun letzterer parallel bis zur Spitze des Kiemenblattes. Da, wo diese Gefäße den Bogen bilden, geben sie einen Zweig ab, welcher basalwärts zu dem am äußeren Rande des Kiemenblattes gelegenen Bindegewebe und zu dem Musculus abductor zieht. Bei dem Überschreiten der Kiemengräte entspringt aus demselben Gefäße ein sehr zarter Zweig, welcher sich auf der Fläche der Kiemengräte verbreitet. Die beiden bogenförmigen Gefäße hat JOH. MÜLLER gesehen, aber für Venen gehalten."

„Von den Venen des nutritiven Gefäßsystems verläuft eine sehr starke zwischen den beiden zuletzt erwähnten Arterien in der Nähe der Kiemenblattvene. Sie ist doppelt so stark als die Arterien, wechselt häufig mit diesen die Lage, doch so, daß mehr die Arterien ihre Lage verändern. An der Basis des Blattes mündet sie in die anfangs erwähnten Längsgefäße.

Die Kapillaren des nutritiven Gefäßsystems bilden sehr weite Maschen."

Größe der Kiemenfläche: RIESS berechnete, das bei einem 650 g schweren Hecht die gesamte Kiemenrespirationsfläche 81012 qmm, d. i. ein Quadrat mit etwa 284 mm langen Seiten, betrug. Diese Fläche ist im Vergleiche zu der Lungenfläche der Kaltblüter sehr groß, muß es aber auch sein, da sie die Aufgabe hat, den Sauerstoff aus einem Medium aufzunehmen, in welchem er nur in geringer Menge vorhanden ist. Auf ein Gramm Körpergewicht fallen 125 qmm Kiemenfaltenfläche. Eine frühere Berechnung von LEREBOULLET ist unrichtig, weil derselbe die Größe der Falten sehr hoch angibt./ (RIESS *81*.)

Makroskopisches über die Atemorgane des Barschs (Perca fluviatilis) siehe bei VOGT und YUNG *94*, p. 525 f.

Das Epithel der Kiemenblättchen zeigt bei Perca fluviatilis zweierlei Zellen von runder Form, die einen groß und durchsichtig, die anderen klein und körnig. Jedes Blättchen besitzt eine dünne knorpelige Skelettachse. Auf den Flächen fanden sich feine, dichtgedrängte Querfältchen, in welchen sich die respiratorischen Kapillargefäße verzweigen. Die Zwischensubstanz besteht aus zartem Bindegewebe./ (VOGT und YUNG *94*, p. 526.)

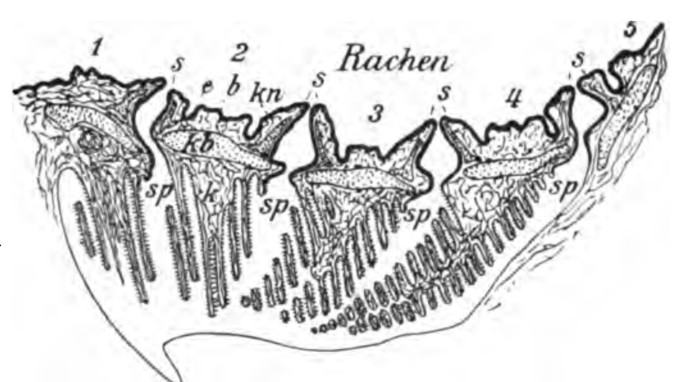


Fig. 53. **Kiemenkorb von Cyprinus carpio.** Querschnitt. *e* Schleimhaut; *b* Bindegewebe; *k* Kieme; *kb* Kiemenbogenskelett; *kn* Knochen der Siebfortsätze; *s* Siebfortsätze; *sp* Schlundspalten; *1—5* Kiemenbogen. Vergr. 20fach, reduziert auf $^4/_5$. (Nach ZANDER *03*.)

Die neuere Schilderung des feineren Baues der respiratorischen Fältchen der Kiemenblättchen, der Knochenfischkieme durch BIÉTRIX, PLEHN, FAUSSEK, sowie dieser Autoren und meine Abbildungen siehe oben p. 22 ff.

Kiemenfilter: Die ältere Literatur über die Kiemenfilter der Fische siehe bei ENOCH ZANDER (*03*), der selbst bei einer Reihe von Süßwasserfischen diese Filter (die sog. Reusenzähne älterer Autoren) untersuchte. Sie stellen, wie schon BERGMANN und LEUCKART 1852 erkannten, zapfenartige Wucherungen der Rachenschleimhaut (Fig. 53 e) am Eingange der Schlundtaschen (*sp*) dar, deren innere Ränder sie in wechselnder Form und Zahl zieren (Fig. 53 *s*). Da sie dem durch die Kiemenspalten abfließenden Wasser standhalten müssen, ist ihr bindegewebiger Kern (Fig. 53 *b*) durch kleine Knochenelemente (Fig. 53 *kn*) gestützt. Nichtsdestoweniger bleiben die „Reusenzähne" dem Skelett der Schlundregion vollkommen fremd, da die Knochenblättchen, wie schon GÜNTHER feststellte, ohne festen Zusammenhang mit dem knöchernen Kiemenbogen (Fig. 53 *kb*) als selbständige Elemente völlig isoliert im Bindegewebe liegen. Diese Filter sind nicht nur Schutzapparate (vor Verunreinigungen) für die Kiemen, sondern sie haben auch eine eminente Bedeutung für die Ernährung (siehe unten). Bei Betrachtung der Wirkungsweise des Apparates ergibt sich, daß es sich empfiehlt, den Vergleich mit einer Reuse

fallen zu lassen und die Schleimhautfortsätze als „Siebfortsätze" zu benennen. ZANDER schildert Form, Zahl und Anordnung der Siebfortsätze eingehend und faßt seine Ergebnisse folgendermaßen kurz zusammen. Die Siebfortsätze sind nach Form, Zahl und Anordnung sehr verschieden entwickelt. Wollen wir die untersuchten Species nach der Ausbildung der Siebfortsätze in ein System bringen, so würden sich folgende Gruppen umgrenzen lassen:

I. Fische ohne Siebfortsätze, aber mit reichem Zahnbesatz auf der Innenseite der Kiemenbogen und den Knochen des Kiefergaumenapparates und den Ossa pharyngea. Esox, Lucioperca.

II. Fische mit Siebfortsätzen:

A. Siebfortsätze an beiden Kanten der Kiemenbogen gleich stark entwickelt:

1. Siebfortsätze, einfache rundliche Höcker, mit Zähnchen besetzt, alternierend, ineinander greifend, Zugang zu den Schlundtaschen wellenförmiger Spalt. Reicher Zahnbesatz auf den Knochen des Kiefergaumenapparates und den Ossa pharyngea. Perca, Acerina, Lota,
2. Siebfortsätze stark entwickelt, zahlreich, spezifisch verschieden gestaltet und angeordnet. Zwischen den Fortsätzen unregelmäßiges Poren- und Lückensystem. Mundhöhlenepithel glatt, kontraktiles Gaumenpolster, Kauapparat im hintersten Abschnitt des Rachens. Cypriniden.

B. Siebfortsätze nur an den vorderen Kanten der Kiemenbogen stark entwickelt, messerartig, mit feinen Zähnchen besetzt, Gitter vor den Schlundspalten bildend; Zähnchen auf den Kiemengaumenknochen und den Ossa pharyngea. Clupea alosa, Coregonus fera und albula, Osmerus.

Weiter beantwortet ZANDER die Frage, ob die verschiedenartige Anordnung und Gestaltung der Siebfortsätze vielleicht in irgendwelcher Beziehung zur Nahrung stehe, indem er feststellt, daß die Siebfortsätze bei allen Süßwasserfischen mit räuberischer Lebensweise (Esox, Lota, Acanthopteri) gar nicht oder nur sehr primitiv entwickelt sind, während Mund- und Rachenhöhle von spitzen Zähnen zum Ergreifen der Beute starren. Alle sogenannten Friedfische besitzen dagegen ein feines Filter vor den Kiemenspalten, dessen Ausbildung eine verschiedene ist, je nachdem wir Bewohner der litoralen (Cypriniden) oder der limnetischen Region (Clupeiden, Coregonen etc.) unserer Binnengewässer untersuchen. / (ENOCH ZANDER *03*.)

Darmatmung: Von dem merkwürdigen anatomischen Bau, welcher den Darm von Cobitis fossilis zur Atmung befähigt erscheinen läßt, war im II. Teil dieses Lehrbuches p. 448, 536, auch 168 die Rede, und es soll hier darauf nur deshalb eingegangen werden, weil mir die Arbeit von BAUMERT *55*, die mir damals fremd blieb, inzwischen zugänglich wurde und da neue Untersuchungen von JACOBS *98* vorliegen.

/ BAUMERT *55* berichtet über die ältere Literatur über Darmatmung (ERMAN, BISCHOF, TREVIRANUS, CARUS) bei Cobitis fossilis.

Der Schlammpeizger läßt nur dann durch den Darm Gase entweichen, wenn er atmosphärische Luft direkt durch den Mund eingezogen hat.

Bei der Schleie (Tinca chrysitis) bei normaler Atmung beträgt das Volumen der produzierten Kohlensäure etwa $^7/_{10}$ vom Volumen des absorbierten Sauerstoffs. Das Volumen Sauerstoff, welches 1 g Schleie in einer

Stunde absorbiert, beträgt durchschnittlich 0,01 ccm. Die quantitativen Veränderungen, welche das Volumen des Stickstoffs erleidet, sind nur sehr unbedeutend.

Für die Respiration der Goldfische (Cyprinus auratus) erhielt BAUMERT im allgemeinen dieselben Resultate, wie für die Schleien.

Beim Schlammpeizger (Cobitis) ergaben sich erhebliche Unterschiede hinsichtlich der Respirationsprodukte im Vergleich mit Goldfisch und Schleie.

Beim Schlammpeizger übertrifft das Volumen der produzierten Kohlensäure bei einer verhältnismäßig kurzen Respirationsdauer bereits das Volumen des aufgenommenen Sauerstoffes. Sobald der Verschluß des Ballons nach Beendigung des Experimentes entfernt wurde, stiegen die Schlammpeizger zur Oberfläche des Wassers empor und entließen aus der Afteröffnung schnell hintereinander eine große Menge Luftblasen.

Das Volumen Sauerstoff, welches 1 g Schlammpeizger in der Stunde absorbiert, schwankt zwischen 0,015 ccm und 0,036 ccm. Im allgemeinen scheint die Respirationsintensität dieselbe wie bei den Goldfischen.

Das Volumen des ausgeatmeten Stickstoffes ist vermindert, so daß es in der Tat den Anschein hat, als ob die Schlammpeizger eine gewisse Quantität dieses Gases absorbierten.

Darmatmung des Schlammpeizgers: Aufnahme der atmosphärischen Luft und Entleerung der im Nahrungskanal enthaltenen Gase folgen in der Regel innerhalb weniger Sekunden aufeinander.

BAUMERT findet, daß bei der vom Schlammpeizger durch den Darm exspirierten Luft der Sauerstoffgehalt zwischen 10—13 Volumprozenten schwankt und daß die Menge der Kohlensäure 2 Volumprozente nicht übersteigt. Im Vergleich zur atmosphärischen Luft ist also der Sauerstoffgehalt bedeutend verringert, während die Bildung der Kohlensäure nicht in gleicher Weise zugenommen hat.

Resultate: Schlammpeizger verbrauchen mehr Sauerstoff als Schleien. Das Volumen der ausgeatmeten Kohlensäure erreicht das absorbierte Sauerstoffvolum bei den Schlammpeizgern sehr bald nicht nur, sondern übertrifft dasselbe in einer großen Zahl von Fällen selbst. Bei Schleien und Goldfischen erreicht das Volumen der produzierten Kohlensäure jenes des absorbierten Sauerstoffs später als bei den Schlammpeizgern, und Schleien und Goldfische leiden dann bedeutend und gehen infolge des Experiments zugrunde, die Schlammpeizger nicht. Dieses Symptom hängt mit der Darmrespiration zusammen. Der Schlammpeizger scheidet den mit der atmosphärischen Luft durch den Mund aufgenommenen Sauerstoff, nachdem dieser im Organismus seine Funktion erfüllt hat, größtenteils, soweit er nämlich zur Bildung von Kohlensäure verwendet worden ist, durch die Kiemen oder die Haut wieder aus.

Durch die Versuche BAUMERTS erscheint die Darmatmung bei Cobitis fossilis erwiesen.

Aus Versuchen v. SIEBOLDS geht ferner hervor, daß die Cobitis taenia, deren Respiration dieselben Erscheinungen darbietet, wie die der Cobitis fossilis, in frischem, d. h. in sauerstoffreichem Wasser nur selten von der Darmrespiration Gebrauch macht, während hauptsächlich die Kiemenrespiration funktioniert. Das entgegengesetzte Verhalten tritt ein, wenn das Wasser aus irgend welchem Grunde Sauerstoff verliert.

An die Luft gebrachte Fische (Cobitis fossilis) starben, wenn ihr Körper auch immer feucht erhalten wurde, meist in den ersten 24 Stunden. Andererseits zeigten sie auch in frischem Wasser, von dem Zutritt zur Atmosphäre abgeschnitten, sehr bald Symptome des Unbehagens.

„Im allgemeinen scheint ein wechselseitiges Ineinandergreifen beider Respirationsarten zur Erhaltung des normalen Lebens dieser Fische durchaus notwendig, so zwar, daß bei hinreichender Nahrung und sauerstoffreichem Wasser beide Arten der Respiration in Tätigkeit treten, während ein sauerstoffarmes Medium, oder ein mit anderen Gasen geschwängertes Wasser, wie es sich in Morästen findet, besonders die Darmrespiration begünstigt."

„Mit großer Wahrscheinlichkeit läßt sich annehmen, daß die Perspiration durch die Haut bei den Fischen im allgemeinen eine wichtigere Rolle spielt, als bei warmblütigen Tieren." / (BAUMERT *55*.)

Aus den Untersuchungen BAUMERTS (*55*) scheint mir hervorzugehen, daß sich bei Cobitis fossilis die Kiemenatmung (wohl auch die Hautatmung) von der Darmatmung qualitativ unterscheidet. Die Darmatmung nimmt leicht Sauerstoff auf, gibt schwer Kohlensäure ab, die Kiemenatmung dagegen gibt auch leicht Kohlensäure ab. Die Darmatmung möchte ich also als eine mehr resorptive Atmung, die Kiemenatmung als eine resorptive und exkretive Atmung bezeichnen.

Diese Beobachtung bildet somit eine Brücke für jene merkwürdigen Funde über den qualitativ wechselnden Gasgehalt der Schwimmblase, von dem nachher die Rede sein wird.

/ Durch die Untersuchungen von ERMAN (*08*) hält JACOBS für nachgewiesen, daß die Darmatmung von Cobitis fossilis für die Atmung allein hinreichend ist. JACOBS hat das Darmepithel von Cobitis fossilis, dessen Beschaffenheit durch die Untersuchungen von LORENT und PANETH (siehe dieses Lehrb. II. Teil) und EBERTH noch nicht genügend festgestellt war, einer eingehenden Untersuchung unterworfen. Er findet, daß das Epithel dort, wo keine Kapillaren im Epithel liegen, genau so beschaffen ist, wie im Mitteldarme anderer Fische. Dort, wo Blutkapillaren innerhalb des Epithels liegen, werden die Raumverhältnisse durch das Vorhandensein der Gefäße durchaus verändert und damit Umwandlungen in der Beschaffenheit des Epithels bedingt. Die Körper der Zylinderzellen können, dem Druck der dazwischen liegenden Kapillaren nachgebend, sich verschmälern und ausziehen; nicht so die Kerne; diese weichen aus, seltener gegen die Oberfläche des Epithels, häufiger nach der anderen Seite. Die so entstehenden Bilder verleiteten frühere Forscher zur irrtümlichen Annahme eines geschichteten Epithels.

Die Untersuchungen von JACOBS ergeben, daß der Darm des Schlammbeißers auch für die Atmung eingerichtet ist. Die Schwimmblase dagegen kann weder für letztere noch für statische Zwecke in Frage kommen, wir müssen dieselbe als ein in Rückbildung begriffenes Organ ansehen. / (JACOBS *98*).

Über die Darmatmung bei gewissen zur Familie der Welse gehörigen Fischen (Callichthys, Hypostomos und Doras) vergl. WIEDERSHEIM (*02*) und die dort angegebene Literatur.

Accessorische Kiemenorgane der Fische.

Die älteste Literatur über diese Organe siehe in den im folgenden erwähnten Arbeiten von JOHANNES MÜLLER, dem wir die eingehendste Untersuchung der accessorischen Kiemenorgane verdanken.

/ JOH. MÜLLER *39 b* und *41 a* gibt eine eingehende Beschreibung der Nebenkieme unter besonderer Berücksichtigung von deren Gefäßen. In der drüsigen Form der Nebenkiemen, d. h. derjenigen Form, welche mehr einer Blutgefäßdrüse als einer wahren fächerigen Kieme gleicht,

sind die feineren Elemente ganz dieselben wie bei den Nebenkiemen, nämlich die Läppchen sind Federchen mit einem unter dem Mikroskop bei Kompression sichtbaren Kiel von zelligem Knorpel, und dieser Kiel ist beiderseits dicht mit häutigen, aber hohen und breiten Blättchen besetzt. Auf der einen Seite des Federchens verläuft die Arterie, auf der anderen die Vene, welche sich in die Blättchen auf das regelmäßigste, wie in die Fahne einer Feder verteilen, und auf den Blättchen durch Kapillaren anastomosieren. In den Nebenkiemen sind die Federchen schmal, in der von der Haut oder selbst von Fett und Muskeln, ja zuweilen von Knochen verhüllten drüsigen Pseudobranchie sind die Federchen außerordentlich dick, breit und meist kurz. Die Spritzlochnebenkieme der Störe ist die Pseudobranchie, während die Kiemendeckelkieme eine respiratorische Kieme ist.

JOH. MÜLLER gibt p. 213 ff. eine eingehende Darstellung des makroskopischen Verhaltens der Nebenkiemen, Pseudobranchien und accessorischen Atemorgane, sowie von deren Blutgefäßen bei den Fischen./ (J. MÜLLER *39b*; vgl. auch *41a*.)

/ Unter Nebenkiemen versteht man gewisse blutreiche, den wahren Kiemen täuschend ähnliche, aber viel kleinere Organe, welche bei den meisten Knochenfischen am Gaumenteil der Kiemenhöhle, hinter dem queren Gaumenmuskel vor oder nach außen von dem oberen Ende der Kiemen liegen und einen Kamm von Blättchen mit Knorpelstrahlen und federiger Verteilung der Blutgefäße darstellen. Wahrscheinlich kannte sie schon ARISTOTELES; BROUSSONET beschrieb sie bei mehreren Fischen und sprach die später ziemlich allgemein verbreitete Meinung aus, daß diese Organe dieselbe Funktion wie die Kiemen haben. Dieser Ansicht traten auch RATHKE und MECKEL bei. RATHKE und HYRTL beschrieben ihre Blutgefäße genauer.

Drüsige Form der Nebenkieme (drüsige Pseudobranchie) wird diejenige Form genannt, welche viel mehr einer Blutgefäßdrüse, als einer wahren fächerigen Kieme gleicht (hierher gehört unter anderem die von MONRO beim Schellfisch beschriebene Mandel). J. MÜLLER findet, daß die drüsigen Pseudobranchien weder zum Atmen noch zu irgend einem anderen Stoffwechsel mit dem Wasser und zu keiner Ausscheidung dienen können. Da die Nebenkiemenvene sich in die Arteria ophthalmica magna fortsetzt, so ist die ganze Nebenkieme als Wundernetz aufzufassen, welches die Blutbewegung in der Chorioidea verlangsamt.

J. MÜLLER gibt eine genaue makroskopische Beschreibung der Nebenkiemen bei zahlreichen Fischen.

Als accessorische Atemwerkzeuge bei einzelnen Knochenfischen beschreibt J. MÜLLER:

a) die labyrinthförmigen Nebenkiemen der Osphromenus (entdeckt von COMMERSON), Anabas, Ophicephalus (entdeckt von SCHNEIDER), Polyacanthus, Colisa, Macropus, Helostoma, Trichopus, Spirobranchus (entdeckt von CUVIER);
b) die baumförmigen Nebenkiemen der Heterobranchus (entdeckt von GEOFFROY ST. HILAIRE);
c) die häutigen Nebenkiemenblätter an dem oberen Kiemenbogen des Silurus fossilis Bloch (Silurus singio Buchanan), mit einem von der Kiemenhöhle ausgehenden, in den Seitenmuskeln liegenden langen Luftsack (entdeckt von TAYLOR);
d) die mit der Kiemenhöhle des Cuchia zusammenhängenden gefäßreichen Säcke (entdeckt von TAYLOR). / (J. MÜLLER *40*.)

/ Als Beispiele von lungenartigen Atmungsorganen bei Fischen erwähnt J. MÜLLER die Kiemenhöhlenlungen des Silurus singio, Silurus fossilis Bloch, Heteropneustes fossilis Nob. und des Symbranchus cuchia, Amphipnous cuchia Nob., von denen TAYLOR bewies, daß diese Luftsäcke dunkelrotes Blut von der Kiemenarterie empfangen. / (J. MÜLLER *41b.*)

Zur makroskopischen Anatomie der accessorischen Atemorgane der Fische vergl. auch STANNIUS *46*, p. 115 f.

/ Im oberen Teil der Kiemenhöhle der Labyrinthfische finden sich Höhleneinrichtungen, in welchen ein klarer Wasservorrat sich befinden und beim Aufenthalt des Tieres in der Luft die Kiemen feucht erhalten soll. Der Apparat verhindert dadurch das Austrocknen der Kiemen, wodurch diesen Fischen ermöglicht wird, das Wasser auf einige Zeit zu verlassen. Eine Figur LEUCKART und BERGMANNS zeigt die Labyrinthentwicklung der zum Kiemenskelette gehörigen sog. oberen Schlundknochen. Der Gefäßverteilung nach ist aber anzunehmen, daß diese Höhlenbildung auch selbständig als Respirationsorgan diene. / (BERGMANN und LEUCKART *52*, p. 224.)

/ STANNIUS unterscheidet folgende accessorische Atmungsorgane der Fische:

1. äußere Kiemen: Rhinocryptis;
2. baumförmige Bildungen an der konvexen Seite des nächstoberen Segmentes des zweiten und vierten Kiemenbogens von Heterobranchus anguillaris;
3. die siebbeinförmigen Labyrinthe an dem inneren Teile des den Ossa pharyngea superiora zunächst gelegenen Segmentes des vordersten Kiemenbogens bei der Familie der Pharyngii labyrinthiformes;
4. accessorische, in eigenen Höhlen eingeschlossene Kiemenblattreihen bei Lutodeira chanos;
5. die Kiemenhöhlenlungen. Saccobranchus singio, Amphipnous Cuchia;
6. die Rumpfhöhlenlungen der Dipnoi.

Nach dem Plane der respiratorischen Kiemen sind auch die Pseudobranchien gebaut. Über Vorkommen und Fehlen der Pseudobranchien stellt STANNIUS auf p. 218 ff. das bis dahin Bekannte zusammen. / (STANNIUS *54*.)

Über accessorische Kiemen und Pseudobranchien vergl. ferner MILNE EDWARDS *57*, Bd. II, p. 237 ff.

/ Eingehend hat MAURER *84* die Pseudobranchien der Knochenfische studiert. Von den knorpeligen, resp. knöchernen Bogenpaaren, welche sich bei Fischen am Anfang des Darmkanals in der Wandung der Mund- und Rachenhöhle eingelagert finden, hat sich bei Teleostiern bekanntlich nur ein Teil als wahre Kiemenbogen, d. h. als Träger respirierender Kiemenstrahlen erhalten.

Es sind in der Regel vier, seltener drei oder nur zwei Bogenpaare. Die beiden vor diesen gelagerten Paare haben sich ihrer Funktion gemäß in anderer Richtung ausgebildet. Der erste dient als Kieferbogen der Nahrungsaufnahme, der zweite, der Zungenbeinbogen, hat die Funktion eines Schutzapparates der wahren Kiemenbogen übernommen, sein unterer Teil bildet außerdem die Stütze der Zunge. Auf ihre Homologie mit den wahren Kiemenbogen werden wir unter anderem durch verschiedene kiemenartige Bildungen, die sich an ihnen finden, hingewiesen. Bei Selachiern findet sich der Zungenbeinbogen noch kaum verschieden von den wahren Kiemenbogen und hat noch respiratorische Funktion.

Auch in der Spalte zwischen Kiefer- und Zungenbeinbogen findet sich ein kleines, kiemenartig gebautes Organ, die sogenannte Spritzlochkieme.

Sie lagert der vorderen Wand des Spritzlochkanals an, ist jedoch nicht mehr respirierendes Organ. Bei Ganoiden, bei welchen der obere Teil des Zungenbeinbogens als Hyomandibulare sich zum Träger des Unterkiefers entwickelt hat, bei welchen ferner der Kiemendeckel größtenteils im Zusammenhange mit diesem Bogen gebildet wird, findet sich entsprechend der Spritzlochkieme der Selachier eine Pseudobranchie, die nicht mehr respiriert; ferner neben dieser eine aus einer Reihe Kiemenstrahlen bestehende Kiemendeckelkieme, die respiratorische Funktion hat.

Bei Teleostiern hat sich gleichfalls ein Organ erhalten, das in seinen Lageverhältnissen der Kieme des Zungenbeinbogens bei Selachiern, sowie der Kiemendeckelkieme der Ganoiden entspricht. Die Spritzlochkieme der Selachier, die sich bei Ganoiden als Pseudobranchie noch findet und dem Kieferbogen angehört, ist bei Teleostiern ganz rückgebildet.

Die Pseudobranchien der Knochenfische sind längst bekannt und mehrfach beschrieben worden. Der Name „Pseudobranchie" rührt von BROUSSONET her, welcher betont, daß das Organ im Gegensatz zu den wahren Kiemen nur einfache Blättchen habe, daß ferner eine knöcherne Stütze fehle. Er gesteht ihr respiratorische Funktion zu.

Auch RATHKE, welcher das Organ bei Clupeen und Salmonen untersuchte, läßt es kiemenartig gebaut sein. Auch nach ihm bleiben die Pseudobranchien respiratorische Organe. Darin stimmen mit RATHKE noch MECKEL und LEREBOULLET überein. HYRTL war der erste, welcher nachwies, daß die Nebenkiemen mit arteriellem Blute versorgt werden. Am genauesten wurden die Pseudobranchien von JOH. MÜLLER (siehe oben p. 91) untersucht. Er stellte im Hinblick auf die Art ihrer Blutversorgung fest, daß sie keine respiratorische Bedeutung haben können, und fand sie ferner bei einer Anzahl von Knochenfischen auf, bei welchen man sie infolge ihrer unter der Schleimhaut versteckten Lage nicht gekannt hatte. JOH. MÜLLER zeigte außerdem, daß ihre Ausbildung für die Systematik von großem Interesse ist. Seine Arbeit liegt der Arbeit MAURERS hauptsächlich zugrunde.

MAURER selbst findet: Die Nebenkieme liegt an der Innenfläche des Kiemendeckels an dessen Basis, d. h. seiner Anheftungsstelle am Schädel angelagert, nach außen und etwas nach vorn von der Insertion des ersten wahren Kiemenbogens an die Basis cranii.

Die Nebenkieme besteht aus einer verschiedenen Anzahl von Federn, welche dicht nebeneinander gelagert sind, und deren jede sich makroskopisch wie ein Kiemenstrahl darstellt. Bei manchen Knochenfischen sind dieselben von der Rachenschleimhaut überkleidet. Darnach unterscheidet JOH. MÜLLER zwei Formen, nämlich freie oder kiemenartige und verdeckte oder drüsige Pseudobranchien. Erstere Form findet sich bei Alausa und Barbus, letztere bei Esox und Gadus. Bei Salmo konstatiert MAURER eine Übergangsform zwischen beiden Formen. Stets wird die Nebenkieme von arterielles Blut führenden Gefäßen (Kiemenvenen) versorgt.

MAURER untersuchte am eingehendsten die Pseudobranchie von Esox lucius (siehe Figur 54—60). Dieselbe liegt hier unter der Rachenschleimhaut verdeckt, näher der Medianlinie, beiderseits der Basis cranii angelagert. Sie besitzt zwei Lagen von Federn, der Ausdruck „drüsig" ist jedoch zu streichen, da sich nirgends ein acinöser Bau, ein Lumen oder ein Ausführgang nachweisen läßt. Jede Feder der Nebenkieme besitzt einen mittleren Kiel, welchem beiderseits je eine Reihe zarter Blätt-

chen angeheftet ist. Schnitte zeigen im Kiel einerseits die Arterie und davor einen Knorpel, andererseits die Vene, verbunden durch spindelförmige, zum Teil verästelte Zellen mit länglichen Kernen.

Jede Lamelle besteht aus drei Schichten; einer mittleren Blutkapillarschicht und auf jeder Seite derselben eine einschichtige Zelllage, die aus großen, fast kubischen, an manchen Stellen selbst zylindrischen Zellen mit großen runden Kernen zusammengesetzt ist. Im Gegensatz zu JOH. MÜLLER findet MAURER die Kapillarbildung vollständig der der wahren Kieme entsprechend. In den Maschen der Kapillaren liegen die kleinen Zellkerne der mittleren Lamellenschicht, welche sich mit Boraxkarmin viel intensiver färben, als die großen Kerne der Zellen der beiden äußeren Lagen.

Es läßt sich das ganze Gefäßsystem der Pseudobranchie folgendermaßen konstruieren: Das Organ ist in den arteriellen Kreislauf eingeschaltet, erhält Blut, welches die wahren Kiemen schon durchströmt hat. Die vom Circulus cephalicus abgehende Arterie der Pseudobranchie ver-

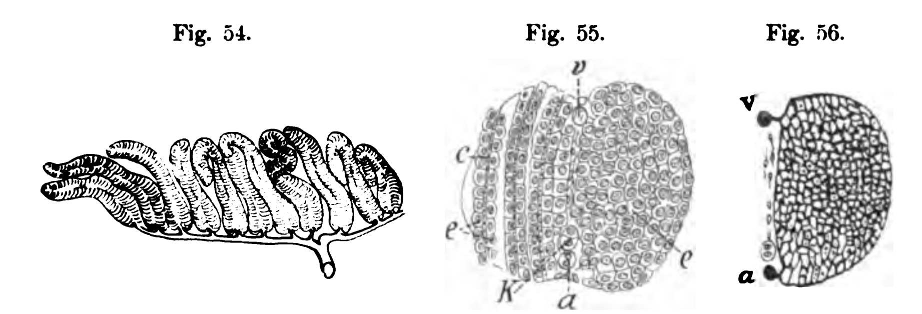


Fig. 54. **Nebenkieme vom 35 cm langen Hecht.** Die Figur zeigt die tiefere Lage der echten Pseudobranchie, von ihrer der Basis cranii zugewendeten Fläche aus. Man erkennt die teils gestreckten, teils an der Spitze, teils ganz gekrümmten Federn. Vergrößerung dreifach, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach MAURER *84*.)

Fig. 55. **Schrägschnitt durch eine Pseudobranchialfeder vom Hecht (Esox lucius).** *a* Arterie, *v* Vene, *K* Knorpel, *c* Kapillarschicht, *e* Epithelschicht. Links *c* und *e* im Schrägschnitt, rechts *e* im Flächenschnitt. Die beiden Epithelschichten gehen am freien Rande der Lamellen ineinander über. (Nach MAURER *84*.)

Fig. 56. **Nebenkieme vom Hecht (Esox lucius).** Zeigt die Kapillarschicht einer Lamelle injiziert. *v* Vene, *a* Arterie. (Nach MAURER *84*.)

läuft längs der Basis des Organs. Sie ist gemäß der doppelten Federlage in zwei Äste geteilt. Aus diesen Hauptästen geht zu jeder Feder ein Stämmchen ab, das in deren Kiel auf der einen Seite bis zur Spitze verläuft. Von ihm tritt zu jeder Lamelle ein Ästchen, welches sich in ein feinmaschiges Kapillarnetz auflöst. Dieses sammelt sich wieder in ein venöses Ästchen, das sich in die auf der gegenüberliegenden Seite des Kiels laufende Vene der Feder ergießt. Die venösen Stämmchen der 24 Federn fließen zusammen zu zwei größeren Gefäßen, deren jedes längs der Basis einer Federlage verläuft und zwar oberflächlicher als die entsprechende Arterie. Diese beiden Venenstämme vereinigen sich am vorderen medialen Ende der Nebenkieme zur Pseudobranchialvene, die sich im weiteren Verlaufe als Arteria ophthalmica magna ergibt.

Man findet Knorpel in jeder Pseudobranchie, aber nicht in jeder Feder derselben. (Hecht.)

MAURER untersuchte ferner die Entwicklung der Pseudobranchie beim Hechte (vgl. darüber die Originalarbeit und die unten wiedergegebene Zusammenfassung) und die ausgebildete Pseudobranchie bei Salmo, Alausa, Tinca und Gadus.

Bei Salmo salar fanden sich jederseits 35 Strahlen.

Bei Alausa und Barbus findet sich ein Unterschied gegen Salmo, insofern die Strahlen der Nebenkieme bis zu ihrer Basis frei, nicht in ihrer unteren Hälfte von Schleimhaut gemeinsam überzogen sind.

Bei Gadus beträgt die Zahl der Nebenkiemenstrahlen fünf.

Was den feineren Bau der Pseudobranchie dieser Fische anlangt, so ist er im wesentlichen dem bei Esox gleich. Bei Salmo, Tinca, Barbus fand sich ein Knorpelstab in jeder Feder, bei Gadus nur in einigen. Die Lamellen der Federn zeigen die drei Schichten. Die mittlere Kapillarschicht verhält sich immer kiemenartig, dagegen zeigen die deckenden

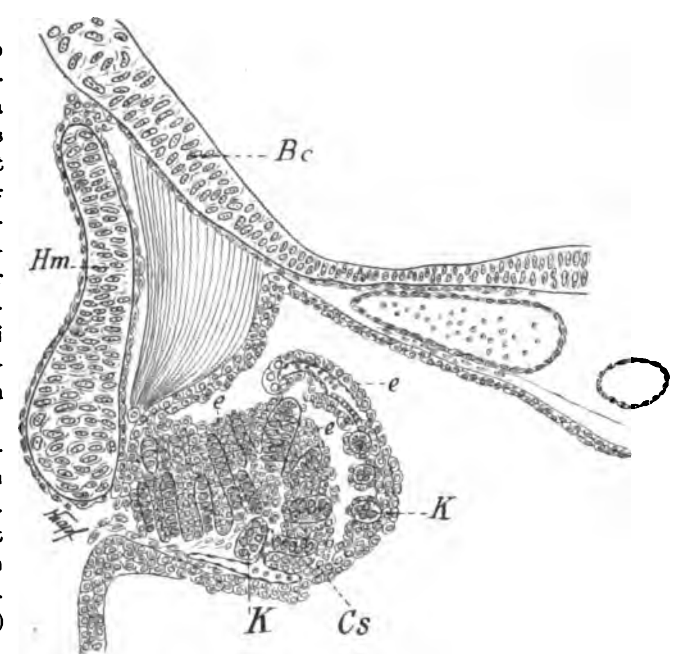


Fig. 57. **Die Pseudobranchie eines 11 mm langen Esox lucius,** aus einem Querschnitt durch den Kopf. *Bc* Basis cranii, *Hm* Hyomandibulare, *K* Knorpel, *Cs* Anlage der Kapillarschicht, *e* Epithel. Es sind zwei Federn schräg getroffen. Zunächst dem Hyomandibulare sind noch einige Lamellen einer dritten Feder im Schnitt. Das Epithel senkt sich überall zwischen die Lamellenlagen ein. (Nach MAURER *84*.)

Epithellagen in der Ausbildung ihrer Zellen beträchtliche Verschiedenheiten. Am größten waren die Zellen beim Hecht (genaue Maßangaben siehe bei MAURER auf Seite 244 f.), dann folgen Tinca, dann Gadus, dann Salmo. Bei letzterem namentlich sind die Zellen ganz flach.

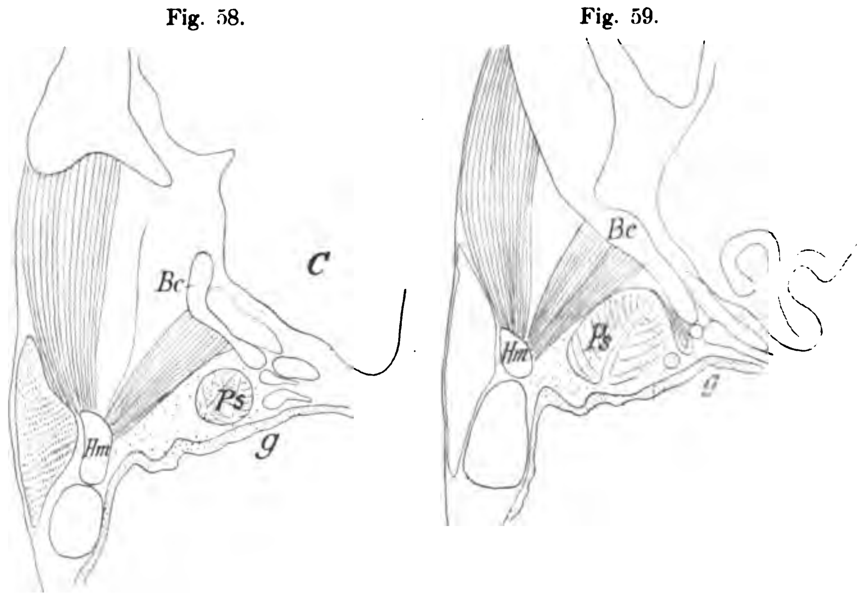
Die Gesamtgröße des Organs nimmt beim Hecht während der Entwicklung im Verhältnis zur Körperlänge ab.

Die Blutversorgung ist eine derartige, daß von einer respiratorischen Funktion bei der Nebenkieme nicht mehr die Rede sein kann, was jedoch nicht beweist, daß sie niemals vorhanden war.

Daß die verdeckte Nebenkieme den freien Nebenkiemen anderer Knochenfische homolog ist, ergibt sich erstens aus dem Bau, zweitens aus dem Umstande, daß sie im Jugendzustande ebenso frei ist, wie die zeitlebens freie Pseudobranchie anderer Teleostier.

Ebenso steht außer Frage, daß die Pseudobranchien der Knochenfische den wahren Kiemen homologe Organe darstellen.

Die Spritzlochkieme der Selachier ist homolog der Pseudobranchie der Ganoiden, nicht aber der Pseudobranchie der Knochenfische. Letztere gehört vielmehr dem Zungenbeinbogen an und ist daher homolog der vorderen Kiemenblättchenreihe in der ersten Kiementasche der Selachier.



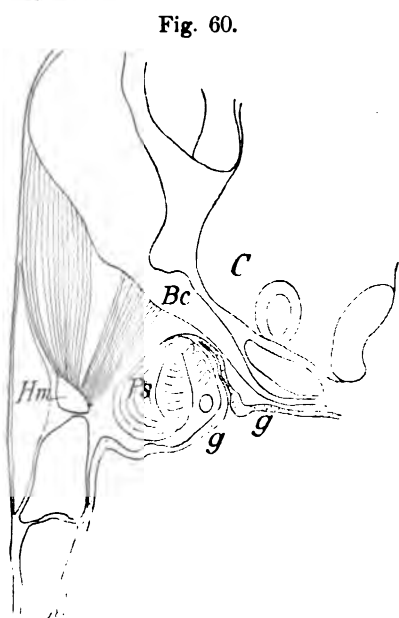


Fig. 58, 59 und 60. **Linke Pseudobranchie von Esox lucius.** Aus einem Querschnitt durch den Kopf eines 2,5 mm langen Tieres, zeigt die Pseudobranchie in ihrem Verhältnis zu Hyomandibulare, Schädelbasis und Rachenepithel (Zeiss A, Ok. II, reduziert auf $^3/_4$). Es soll die Verwachsung der Epitheldoppellamellen veranschaulicht werden. Bei Fig. 58 ist dieselbe vollständig erfolgt, bei Fig. 59 zeigt sich die abgeschnürte Epitheltasche medial von der Pseudobranchie. Bei Fig. 60 ist die Verwachsung noch nicht erfolgt. Die drei Schnitte sind von einer Pseudobranchie, folgen sich von vorn nach hinten. Fig. 58 ist aus dem vorderen Drittel, Fig. 59 aus dem mittleren Drittel, Fig. 60 aus dem hintern Drittel des Organs. *Ps* Pseudobranchie, *Hm* Hyomandibulare, *C* Gehirn, *Bc* Basis cranii, *g* Gaumenepithel.
(Nach Maurer *84*.)

die dem Zungenbeinbogen angehört, und homolog der Kiemendeckelkieme der Ganoiden. Es ist somit richtiger das Organ bei Teleostiern nicht als Pseudobranchie, sondern als Kiemendeckelkieme zu bezeichnen.

Die Kiemendeckelkieme ist unzweifelhaft als rückgebildete Kieme aufzufassen. Bei vielen Teleostiern aber und besonders bei Esox ist sie

in anderer Beziehung mächtig entwickelt, was mit ihrer Funktion in Zusammenhang stehen mag, über welche aber MAURER etwas Positives nicht anzugeben vermag.

Im folgenden gebe ich die kürzere Zusammenfassung MAURERS wieder:

Die Pseudobranchie des Esox lucius lagert ursprünglich dem Hyomandibulare in derselben Weise an, wie bei Knochenfischen mit freien Nebenkiemen.

Sie ist ferner im Jugendzustande ebenso frei, wird erst später verdeckt, teils durch einfache Verwachsung des Epithels der Federkiele, teils durch Verwachsung von epithelialen Doppellamellen. Jede Feder zeigt in der Anlage einen axialen Knorpelstab, der sich bei Teleostiern mit freien Nebenkiemen erhält, bei Esox in einem Teil der Federn später nicht mehr nachweisbar ist, ohne daß darüber bestimmte Regeln anzugeben wären.

Jede Pseudobranchiallamelle besteht aus einer mittleren Kapillar- und jederseits einer einfachen Epithelschicht. Die Zellen der letzteren sind groß, polygonal, besitzen große runde Kerne mit deutlichen Nucleoli. Bei Esox sind dieselben stärker entwickelt als bei anderen Knochenfischen.

Die gröbere Gefäßverteilung anlangend, so ist bei Esox die im ausgebildeten Zustand einzige Zufuhr von Blut zur Pseudobranchie durch einen Ast des Circulus cephalicus nicht die einzig angelegte, sondern es findet sich bei sechs Tage alten Hechten außer diesem Gefäß ein zweites ebenso starkes, welches der Arteria hyoidea anderer Teleostier entspricht. Dieses letztere Gefäß wird bei Esox früh rückgebildet, so daß es bei 12 cm langen Tieren nicht mehr nachweisbar ist. Mit der Rückbildung dieses Gefäßes und mit der Verwachsung der epithelialen Doppellamellen rückt die Nebenkieme des Hechtes vom Hyomandibulare ab und kommt seitlich an die Basis cranii zu liegen.

Die Auflösung der Pseudobranchialarterie in die Federlamellen gleicht vollkommen der Auflösung der Arterien der wahren Kiemen in die Kiemenblättchen, d. h. es findet sich ein feinstes, engmaschiges Kapillarnetz. Die Pseudobranchie des Hechtes ist ursprünglich nur in einer einfachen Lage von Federn angelegt; erst mit der Schleimhautverwachsung beginnt vom vorderen inneren Ende des Organs her die zweite Lage auszuwachsen. Dieselbe liegt oberflächlicher, als die ursprünglich vorhandene, ihre Federn sind unregelmäßiger gekrümmt, die ganze Lage ist kürzer und dicker, besteht aber, wie die erste, aus 11—12 Federn. Die Pseudobranchie ist nach ihrem anatomischen Bau ein den wahren Kiemen homologes Organ. / (MAURER *84*.)

/ 1888 kommt MAURER auf Grund der Gefäßverhältnisse zu dem Resultate, daß die Pseudobranchie der Teleostier der Spritzlochkieme bei Selachiern und Ganoiden homolog ist. / (MAURER *88*.)

/ Citharinus besitzt, wie die meisten Teleostier, vier doppelblättrige Kiemen. Genau an der Stelle, welche den Blättchen der fünften Kieme zukommen müßte, falls Citharinus eine solche besäße, findet sich ein accessorisches Kiemenorgan, welches aus Läppchen besteht. In jedes Läppchen erstreckt sich ein weiter Gang, welcher sich in demselben, unter Verengerung des Lumens zu verästeln beginnt. Die Endverzweigungen reichen bis an die äußerste Peripherie, und deren Zahl beträgt je nach der Größe des Läppchens von etwa 20 an bis über 60. Die Gänge sind von einem niedrigen Epithel ausgekleidet. Die Wandungen

der Gänge werden von einer Schicht von quergestreifter Muskulatur gebildet, die in Ringfasern angeordnet ist. Außer dieser jedem Gange eigenen Muskelschicht wird jedes Läppchen von einem gemeinsamen Muskelstratum umgeben, von welchem aus Züge von Längsfasern in die Septa zwischen den einzelnen Gängen sich erstrecken. An der unteren Wand jedes Ganges findet sich ein bindegewebiges Längsband, von dem aus zwei Reihen von Knorpelstäben entspringen, welche in das Lumen der Gänge hineinragen und zwei Längsfalten der Schleimhaut stützen helfen.

Erschlafft die Muskulatur, so können die elastischen Knorpelstäbe die Seitenwände der Gänge auseinandertreiben.

SAGEMEHL weist darauf hin, daß alle Fische, welchen accessorische Atmungsorgane zukommen, Schlammbewohner sind, und zählt die hierüber bekannten Tatsachen auf. Aus den Versuchen von SAGEMEHL geht hervor, daß der hintere dorsale Teil der Kiemenhöhle bei den meisten Fischen gelegentlich zur Aufnahme von Luft und zur Unterstützung der normalen Atmung benutzt wird. Dieser Umstand gibt daher die Erklärung für die Tatsache, daß es gerade diese Region ist, in welcher sich vorwiegend accessorische Atmungsorgane ausbilden.

Accessorische Atmungsorgane sind beschrieben:

Citharinus — von SAGEMEHL.

Unter den Characiniden bei der ganzen Gruppe der Curimatina.

„ „ Welsen bei den Clariinen und bei Saccobranchus.

„ „ Clupeiden besonders CHANOS.

Der Darm von Cobitis fossilis.

Mit der einzigen Ausnahme von Chanos (falls die Angaben sicher sind) empfangen die accessorischen Atemorgane Blut, welches bereits die Kiemen passiert hat, welches also in normalen Verhältnissen arteriell sein müßte. / (SAGEMEHL *87*.)

/ Die Pseudobranchie zeigt bei Perca fluviatilis dieselbe Struktur, wie die Kiemen selbst. / (VOGT und YUNG *94*.)

/ Nach ZOGRAFF besitzt der Labyrinthapparat der Labyrinthfische ein gutentwickeltes Blutgefäßnetz mit zu- und abführenden Gefäßen. Doch konnte er nicht genau ermitteln, aus welchen größeren Gefäßen die Labyrinthapparatgefäße sich verästeln. Der ganze Apparat ist mit Epithel bekleidet, welches ebenso aussieht, wie das, welches die Taschenwandungen überzieht; doch sind seine Zellen im frischen Zustande etwas höher und größer, ziehen sich aber dafür bei Zusatz von Reagentien desto mehr zusammen. Zwischen den Epithelzellen liegen zahlreiche Becherzellen. ZOGRAFF ist der Ansicht, daß der Labyrinthapparat ein lufteinatmendes Organ ist. / (ZOGRAFF *86*.)

/ ZOGRAFF kommt unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltens der Blutgefäße zu dem Resultat, daß die Funktion des Labyrinthapparates der Labyrinthfische dieselbe ist, wie diejenige der anderen Kiemenbogen, aber angepaßt den besonderen Bedürfnissen dieser halblandbewohnenden Fische. / (ZOGRAFF *88*.)

/ GRIGORIAN untersuchte Bau und Funktion des Labyrinthapparates der Labyrinthfische (Trichogaster oder Osphromenus trichopterus, Macropodus venustus, Ophiocephalus punctatus und Osphromenus olfax) und findet, daß der Labyrinthapparat, wie es v. ZOGRAFF gezeigt hat, meistens zur Luftatmung dient und daß die Wand der Labyrinthapparattasche auch demselben Zwecke dient. Die Oberfläche des Apparates ist dicht von Kapillargefäßen bedeckt, ebenso ist die Taschenwand

sehr reich an Kapillargefäßen. Zwischen den Maschen liegen große Becherzellen, welche die innere Oberfläche der Wand bekleiden. Da die Kapillargefäße selbst zwischen die größeren Becherzellen eindringen, so bezeichnet GRIGORIAN die die innere Oberfläche der Tasche bildende Schicht als Gefäßdrüsenschicht. Bei den Fischen, welche weniger entwickelte Labyrinthapparate haben, wie z. B. Macropodus, ist die Tasche, sowie deren Mund mehr der Atmungsfunktion angepaßt, indem ihre innere Oberfläche mit kleinen Auswüchsen bedeckt erscheint. Endlich da, wo, wie bei Ophiocephalus, der Labyrinthapparat ganz schwach entwickelt erscheint, dient derselbe nur zu mechanischen Zwecken und die Taschenwand erscheint als einziges Luftatmungsorgan. / (GRIGORIAN *oo*).

/ GEGENBAUR, welcher (p. 234) auch einige Werke aus der Literatur über diese Organe nennt, erkennt in den „accessorischen Kiemenorganen" neue Einrichtungen, welche in einzelnen Abteilungen sich ausprägen, ohne dabei jedoch immer Beziehungen zur Respiration zu behalten. Als wichtigste derselben bezeichnet GEGENBAUR die im folgenden angeführten. „Von diesen Einrichtungen beziehen sich die ersten fünf mehr oder minder sicher auf die Atmung und kommen in der Abteilung der Physostomen vor, die darin ihre Organisation als die anpassungsfähigere erkennen lassen. Der überkommene respiratorische Apparat, wie er in den Kiemen besteht und bei den übrigen Teleostei — den Physoklysten — jenem Bedürfnisse Genüge zu leisten scheint, ist bei anderen Lebensverhältnissen unzureichend geworden, und es werden ihm Hilfsorgane beigefügt, die entweder zu seiner Ergänzung dienen oder ihm auf andere Art dienstbar sind.

Für die Entstehung respiratorischer Organe aus der Wand der Kopfdarmhöhle ist die Tatsache von Wichtigkeit, daß der Schleimhaut derselben auch abseits von den Kiemen eine Verbreitung respiratorischer Gefäße — aus Zweigen von Kiemenarterien und Kiemenvenen — zukommen kann (HYRTL)."

GEGENBAUR hebt hervor:

1. Bei Clupeiden und verwandten Formen finden sich in ziemlicher Verbreitung Ausbuchtungen der Kopfdarmhöhle über der letzten Kiemenspalte, wobei noch die benachbarten Teile der Kiemenbogen Umgestaltungen erfuhren. In die betreffenden Organe setzt sich von der vierten Kiemenspalte her die Schleimhaut fort, und es ist eine respiratorische Funktion wenigstens bei den ausgebildeten Formen aus dem Gefäßapparate ersichtlich.
2. Ramifizierte Fortsatzgebilde der oberen Segmente des zweiten und des vierten Kiemenbogens bei einigen Genera unter den Siluroiden. Diese Organe führen in ihrer Schleimhautbekleidung respiratorische Blutgefäße (Heterobranchus, Clarias).
3. Ein ebenfalls (ob Wasser- oder Luftaufnahme?) respiratorisch fungierender, nur durch die Wand der Kiemenhöhle gebildeter von Muskulatur umgebener Sack bei einem anderen Siluroiden (Saccobranchus singio).
4. Ein seiner Lage nach einer fünften Kieme entsprechendes ramifizierte Läppchen zeigendes Organ bei Citharinus (Familie der Characinen).
5. Durch ihre Mündung von der vorigen Bildung verschiedene, bei Amphipnous cuchia bestehende Säcke, welche gleichfalls der Atmung dienen (Verhalten des Gefäßapparates und bedeutende

Reduktion der Kiemen), wobei es ungewiß ist, ob es sich um Wasser oder Luft aufnehmende Organe handelt.

6. Für die bei den Labyrinthobranchiern bestehenden Organisationen sind respiratorische Beziehungen aus dem Gefäßapparat nicht zu ersehen und die funktionelle Bedeutung der Einrichtung scheint GEGENBAUR noch keineswegs aufgeklärt (vgl. darüber die oben mitgeteilten, immerhin bemerkenswerten Beobachtungen von ZOGRAFF und GRIGORIAN).
7. Zur Nahrungsaufnahme dagegen stehen in Beziehung die Pharyngealtaschen der Scariden. / (GEGENBAUR *01*.)

Dipnoi.

/ Neben den äußeren Kiemen (siehe oben p. 42 f.), welche nur bei Ceratodus nicht nachgewiesen sind, kommen auf den Visceralbogen sitzende innere Kiemen vor. / (WIEDERSHEIM *02*.)

Die makroskopische vergleichende Anatomie der Kiemen bei Dipnoern vgl. bei GEGENBAUR *01* p. 235 ff.

/ Der Kiemenapparat unterscheidet sich bei Ceratodus von dem von Lepidosiren beträchtlich und nähert sich in seinem Bau dem gewöhnlichen Teleostiertypus. GÜNTHER beschreibt denselben makroskopisch und erwähnt auch das Vorkommen einer Pseudobranchie. / (A. GÜNTHER *72*.)

/ Einen bei Ceratodus Forsteri in der Gegend des Mundwinkels nach außen sich öffnenden, nach innen aber gegen die Schlundhöhle gewöhnlich geschlossenen, blind endigenden Gang oder Schleimhautsack (nach A. GÜNTHER) hält MARGÓ für ein Homologon des bei vielen Plagiostomen und auch manchen Ganoiden (Acipenser) vorkommenden sogenannten Spritzloches oder Spiraculums: Bei einem 72 cm langen Ceratodusexemplar kommunizierte der Kanal direkt mit der Schlundhöhle. Wenn das Spiraculum, wie allgemein angenommen wird, nichts anderes ist als eine durch Rückbildung entstandene Modifikation oder das Residuum der ersten Kiemenspalte oder des Kiemenkanales, welcher — wie dies bei Plagiostomen und manchen Ganoiden vorkommt — sowohl nach außen als nach innen offen steht, so ist auch die Annahme gestattet, daß auch der Ceratodus ein Spiraculum besitzt mit dem einzigen Unterschiede, daß bei diesem nur die äußere Öffnung des Spiraculums persistiert, während die innere Kommunikation (in der Regel) obliteriert, bei den Plagiostomen und Ganoiden hingegen beide Öffnungen persistieren und die Kommunikation nach beiden Richtungen frei bleibt. / (MARGÓ *95*.)

Über Blutgefäße der Kiemen bei Ceratodus und Protopterus ist auf BOAS *80* zu verweisen.

/ OWEN beschreibt Kiemen, Lunge und deren Blutgefäße von Lepidosiren annectens eingehend makroskopisch.

Die Beschreibung der Kiemen durch OWEN siehe oben im Abschnitt: äußere Kiemen.

Die Membran, welche den 3., 4. und 5. Kiemenbogen bedeckt, ist fein papillär. / (OWEN *40*.)

/ Der Branchialapparat von Protopterus annectens zeigt Zeichen beträchtlicher Rückbildung. Innere Kiemen finden sich an der Hinterseite des Hyoids, an beiden Seiten des dritten und vierten Kiemenbogens, und an der vorderen Seite des fünften. / (W. N. PARKER *91*.)

/ Der Kiemenapparat ist bei Protopterus annectens merklich reduziert und wird von PARKER eingehend makroskopisch beschrieben. / (W. N. PARKER *92*.)

Bei **Protopterus** trägt der erste und zweite Branchialbogen gar keine Kiemen, der dritte und vierte dagegen besitzt solche auf der Vorder- und Hinterseite, der fünfte auf der Vorderseite (Halbkieme). Bei der Larve findet sich noch die Spur eines Spritzloches. / (WIEDERSHEIM *02.*)

/ Die Kiemenhöhle bei **Lepidosiren paradoxa** ist von der Fortsetzung der Mundschleimhaut ausgekleidet, die auch allein ihre vordere Wand ausmacht. Die drei hintersten der fünf knorpeligen Kiemenbogen tragen die Überreste der kleinen büschelförmigen Kiemen, vor dem ersten Kiemenbogen befindet sich in der Kiemenhöhle eine häutige Nebenkieme, welche noch die am meisten entwickelten Kiemenbüschel besitzt. In den dieselben bildenden Blättchen ließ sich mikroskopisch die Gefäßverzweigung erkennen. / (BISCHOFF *40.*)

/ Die vordere Wand der Kiemenhöhle bei **Lepidosiren paradoxa** ist die durch ein fibröses Stratum verstärkte Mundschleimhaut. Der erste und letzte Kiemenbogen sind kiemenlos (der letzte Kiemenbogen hat nur ein Paar kurze fadenförmige Zöttchen anhängen), der zweite Kiemenbogen besitzt deren nur an seinem hinteren Ende (in BISCHOFFS Exemplar vollkommen glatt), der dritte und vierte tragen sie nach ihrer ganzen Länge. Vor dem ersten Kiemenbogen findet sich noch eine Nebenkieme. Der Anteil der Kiemenrespiration an der Oxydation des Blutes ist gewiß ein höchst unbedeutender, da nur winzige Nebenäste der großen Aortenbogen in die Kiemenblättchen eingehen und die Aortenbogen schon teilweise oxydiertes Blut führen. / (HYRTL *45.*)

Amphibia.

Über die Form der inneren Kiemen der Amphibienlarven vergl. bei MILNE EDWARDS *57*, Bd. II, p. 208 ff.

OWEN *66* (Bd. I) gibt p. 513 ff. eine eingehende makroskopische Beschreibung der Kiemen bei Amphibien (Larven und erwachsenen).

/ Die inneren Kiemen bei Amphibien unterscheiden sich durch das Verhalten der Blutgefäße von den äußeren Kiemen, indem bei den inneren Kiemen die neuen Blutgefäße nach dem Fischtypus entstehen. Sie sind unter dem Charakter von zarten Flöckchen angehängt. Vergrößert erscheinen sie fingerförmig, jedes enthält eine Gefäßschlinge und ist locker mit einer dünnen Membran bekleidet, welche zu den mucösen, nicht den epidermalen Gebilden gehört und keine Flimmer trägt. Die Decke der Kiemengefäße ist dünner als der parietale Teil, doch ist ersteres wahres Epithel. Letzteres hält WILLIAMS hier für strukturlos und hyalin. / (WILLIAMS *59.*)

/ Wie bei den Fischen, so bestehen auch an den Kiemenbogen der Amphibien gegen die innere Mündung der Spalte gerichtete Vorsprünge, durch welche der Durchlaß nur von Wasser, nicht aber von mit diesem aufgenommenen Nahrungsteilchen gestattet ist. Bei den Urodelen sind es Verdichtungen der Schleimhaut von knorpelähnlicher Beschaffenheit, aber nicht aus Knorpel bestehend. Bei Anuren ist jenes verdichtete Gewebe in reicherem Maße und in komplizierterer Form entfaltet (Siebwälle, Siebapparat).

Anuren: Die im Kiemenapparat der Anuren sich darstellende Einrichtung erhält eine großartig zu nennende Ausgestaltung, welche von den Kiemenbogen oder vielmehr der sie überkleidenden Schleimhaut ausgeht. Wie an den inneren Kiemen durch fortgesetzte Verästelungen eine außerordentlich reiche Vergrößerung der respiratorischen Fläche bedingt wird, welche den weiten Raum der Kiemenhöhle erfüllt, so kommt auch

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

an der inneren Seite der Kiemenbogen eine Vergrößerung der Oberfläche zustande, aber ganz anderer Art und Bedeutung. „Die Schleimhaut erzeugt hier Fortsätze, aus welchen ein Filter gebildet wird. Es entstehen von den Kiemenbogen ausgehende und ihnen folgende Lamellen, Filterlamellen, an deren beiden Seiten wieder Fortsätze, in Reihen angeordnet, entspringen, welche, sich nun verzweigend, schließlich in krausenartig angeordnete Faltungen übergehen. Solche Filterkrausen besetzen also die Filterlamellen in ihrer ganzen Höhe und setzen einen Apparat zusammen, durch welchen das zu den inneren Kiemen strömende Wasser in kleinste Räume verteilt wird. Dieser Filtrierapparat zeigt in der Kiemenhöhle in seiner Beschränkung auf das von den inneren Kiemen eingenommene Gebiet seine physiologische Beziehung aufs klarste, während an anderen Strecken die Schleimhaut einfacher, nur mit Papillen ausgerüstet, sich darstellt.

Als Kiemen, wie gleichfalls schon gedeutet wurde, sind jene Bildungen keineswegs anzusehen. Auch die Filtergefäße beweisen das, indem sie mit den respiratorischen nichts zu tun haben; sie sind rein nutritorisch." / (GEGENBAUR *01.*)

/ **Rana:** Die als Siebapparate zusammengefaßten Gebilde sind keineswegs Kiemen (wie sie von einigen Autoren aufgefaßt wurden), sondern eben nur Organe, die bestimmt sind, das Wasser zu filtrieren bevor es über die Kiemen geleitet wird. Die Siebwälle bestehen aus einer festen Bindegewebsmodifikation mit reichlicher homogener Grundsubstanz, worin feine Fibrillen und Zellkerne eingelagert sind, das heißt aus einem Gewebe, welches mit dem der homologen Gebilde der Salamanderlarven in allem wesentlichen übereinstimmt.

Die inneren Kiemen verhalten sich, wenn sie entwickelt sind, folgendermaßen: Es sind ganz reich baumförmig verästelte, zarte und dünnhäutige Büschel; mit „äußeren" Kiemen der Urodelen haben diese Kiemen keine Ähnlichkeit, sie haben keine Blätter etc. Von solchen Büscheln findet sich eine ziemliche Zahl in ein paar alternierenden Reihen am Hinterrande jeder der drei ersten Kiemenbogen; am vierten Bogen ist nur eine Reihe vorhanden. / (BOAS *82.*)

Froschlarve (Rana temporaria und esculenta). Die ältere Literatur über die Kiemen der Froschlarven und deren Entwicklung siehe bei NAUE *90.*

/ Derselbe beschreibt die einfachen äußeren (siehe oben p. 54) und die im späteren Larvenstadium auftretenden zusammengesetzten inneren Kiemen. Am Kiemenapparat sind zu unterscheiden:

A. Der Hilfs- und Schutzapparat, bestehend aus:
  a) den sowohl die Kiemen als die filterartigen Gebilde tragenden Knorpelbögen;
  b) den filterartigen Gebilden;
  c) der Kiemenhöhlenwand und dem Verbindungskanal;
  d) den Muskeln;

B. der respiratorische Teil, die eigentlichen Kiemen und die Blutgefäße.

Sämtliche vier Kiemenbögen bestehen aus hyalinem Knorpel und dem diesen umgebenden Perichondrium. In der Mitte des Bogens (Querschnitt) erscheinen die Knorpelzellen von polyedrischer Gestalt und von ziemlich bedeutender Größe. An dem äußeren Rande dagegen sind sie bedeutend kleiner und auf der nach außen gehenden Seite abgerundet.

Außer durch das Perichondrium sind die Knorpelstäbe noch von einer Haut umschlossen.

Die die filterartigen Gebilde darstellenden Falten sind nichts weiter als Fältelungen der bindegewebigen Platte. Das ganze Gewebe ist fibrilläres Bindegewebe. Der ganze Apparat wird bedeckt von einem Epithel, welches dem Ektoderm angehört. Es besteht aus einer doppelten Zelllage, deren einzelne Zellen eine länglichrunde Gestalt mit abgeplatteten Enden haben. An den äußeren Wänden der Falten findet eine Anhäufung von großen runden Zellen statt, wahrscheinlich um gegen das auffallende Wasser eine stärkere Schutzwand zu bilden. Bei einem älteren Stadium zeigte sich am äußeren Rande eine charakteristische Anhäufung von Zellen, so daß das Gewebe fast dem Knorpel ähnelte.

Kiemenhöhlenwand wie Verbindungskanal bestehen aus einer zweischichtigen Zelllage. Die Kerne der Zellen sind, wie diese selbst, langgestreckt. Auf der vorderen Seite befinden sich Ablagerungen von Pigment.

Die Kiemen bestehen aus der sie bekleidenden Epidermis, den Blutgefäßwandungen und dem zwischen diesen beiden liegenden spezifischen Bindegewebe. / (NAUE *90.*)

/ Larven von **Pelobates fuscus:** F. E. SCHULZE beschreibt die Kiemenhöhlen bei den Larven von Pelobates fuscus bezüglich der Raumverhältnisse eingehend und läßt dann eine Schilderung der epithelialen Auskleidung der Kiemenhöhlenwand folgen. An der Unterseite der vorderen Kiemendeckplatte, welche jederseits den vorderen Teil des oberen Daches der Kiemenhöhle bildet, finden sich intraepitheliale Drüsen (siehe über diese den III. Teil dieses Lehrbuches p. 19) in solcher Menge, daß sie geradezu den größten Teil des ganzen Epithellagers ausmachen und das übrige Deckepithel mit seinen Cuticularsaum tragenden Grenzzellen so auseinanderdrängen, daß es nur zwischen ihren etwas verschmälerten Basalteilen und den stärker zusammengezogenen freien Endteilen Platz findet. Weniger gleichmäßig gedrängt stehen diese Drüsen an der unteren Seite der hinteren Kiemendeckplatten, reichlich finden sie sich wieder an der Decke jener seitlichen Aussackung, welche jeder Kiemenhöhle lateralwärts von den Kiemendeckplatten zukommt. Dagegen tritt in dem hinteren Teile des ganzen Kiemenhöhlendaches an die Stelle des einfachen Deckepithels mit glattem Cuticularsaume der äußersten Grenzzellen das gleiche Flimmerzylinderepithel mit eingestreuten Becherzellen, welches dem ganzen Ösophaguseingang zukommt. Das Epithel, welches die seitliche und untere Wandung der Kiemenhöhlen unten auskleidet und sich auch in den asymmetrisch gelegenen Kiemenausführgang bis an das Spiraculum erstreckt, um hier in die äußere Epidermis überzugehen, hat die geringe Höhe von nur 5—10 μ. Es besteht fast durchgängig aus zwei Lagen flacher Zellen. Die etwas größeren oberen (d. h. die freie Oberfläche bildenden Zellen) haben einen großen bläschenförmigen Kern und schließen ihren hellen Protoplasmaleib an der freien Grenzfläche mit einem dünnen hyalinen Cuticularsaume ab, während sie mit ihrer unregelmäßig zackig gestalteten Unterfläche zwischen die flachen, mit einem platten kuchenförmigen Kerne versehenen unteren Zellen eingreifen. / (F. E. SCHULZE *88.*)

/ Über Skelett, Muskulatur, Blutgefäße der inneren Kiemen der Batrachierlarven siehe F. E. SCHULZE *92.*

In dem schon RUSCONI (Filter) und GÖTTE (Kieme) bekannten Filterapparat handelt es sich um eine komplizierte Faltenbildung der

Schleimhaut, welche die proximale Seite der Kiemenbögen bekleidet. Dementsprechend finden wir überall eine einfache bindegewebige, von Lymph- und Blutgefäßen mäßig reichlich durchzogene Grundlage und ein dessen freie, vom Wasser bespülte Oberfläche deckendes Epithel. Wenn auch die in den schmalen Falten der Filterkrause sich ausbreitenden Kapillarnetze keineswegs eine solche Maschenenge aufweisen, daß man sie als wesentlich respiratorische in Anspruch nehmen und dementsprechend das ganze Filter mit GÖTTE als Kieme auffassen darf, sondern dieselben vorwiegend als Ernährungsgefäße deuten muß, so wird man doch nicht umhin können, ihnen mit BOAS gleich den Kapillarnetzen der äußeren Haut noch eine zweite, wenn auch geringe, respiratorische Funktion zuzuschreiben. Das Epithel ist nicht an allen Teilen des Filterapparates das gleiche.

F. E. SCHULZE findet im allgemeinen bei Larven von Pelobates fuscus das Epithel des Filterapparates einschichtig, doch schieben sich hie und da zwischen die Basen der die freie Oberfläche bildenden Zellen andere platte Zellen ein, welche die Oberfläche nicht erreichen. Mit Ausnahme der die freie Filteroberfläche erreichenden Firsten der Filterkrausenplatten zeigen sämtliche vom Wasser bespülte Flächen eine Bedeckung mit einem Lager von 4—6seitigen Plattenzellen, deren Höhe je nach der Ausdehnung der Unterlage wechselt, in der Regel aber nicht viel hinter dem Querdurchmesser zurückbleibt.

Kiemen: Die Kiemen erheben sich auf einer „Randleiste", in deren bindegewebigem Stroma neben den Nerven und den kleinen ernährenden Blutgefäßen die Kiemenarterie, die Kiemenvene, die Lymphgefäße und der (nur dem vierten Bogen fehlende) Musculus marginalis verläuft. Über die Anordnung der Kiemenbäumchen vgl. F. E. SCHULZE *92*, p. 45 ff. Jedes der Kiemenbäumchen wird in der Hauptsache von einer einzigen, wenngleich sehr reich verzweigten Blutgefäßschlinge gebildet, so daß nicht nur der Stamm, sondern auch sämtliche Äste, bis zu den feinsten, je eine Kapillarschleife enthaltenden Endzweigen stets nur zwei parallel nebeneinanderliegende Gefäße, ein zuführendes und ein abführendes, enthalten. Neben den Blutgefäßen lassen sich auch Lymphgefäße nicht nur in dem Stamme, sondern auch in den Ästen der Krone bis zu den Kapillarschlingen hin leicht verfolgen. Das Epithel des Stammes und der größeren Ästchen besteht gleich demjenigen der Randleiste und des Filters aus annähernd kubischen Zellen mit großem hellem Kerne und einer zarten Grenzcuticula. Man kann ihm eine zweischichtige Anordnung zuschreiben, da sich häufig unter der kontinuierlichen äußeren Zellenlage noch einzelne tiefer gelegene Zellen befinden. Andererseits erreichen jedoch die äußeren Zellen in der Regel die Oberfläche der bindegewebigen Grundlage, so daß hierdurch eine im wesentlichen einschichtige Lage gebildet ist. Dies gilt besonders von den zarteren Zweigen und ganz ausschließlich von den kapillaren Endschlingen, wo die Zellen sich stark abplatten und schließlich eine ganz dünne Grenzschicht bilden.

Über die Atmungsbewegungen der Batrachierlarven vgl. F. E. SCHULZE *92*, p. 50 ff. / (F. E. SCHULZE *92*.)

Schwimmblase.

In den älteren Arbeiten über die Schwimmblase findet in erster Linie die Form des Organs und dessen Verbindung mit dem Darme Beachtung. Bei Untersuchung der Beschaffenheit der Wand des Organes erregten vor allem jene Fische Interesse, deren Schwimmblasenwand nicht

glatt verläuft, bei denen vielmehr Septen ins Innere (die „Zellen" der älteren Autoren bildend) vorspringen. In der Wand selbst wurden verschiedene Schichten beschrieben, von denen das die Schwimmblase innen auskleidende Epithel als Abkömmling des Darmepithels erkannt wurde. Nicht minder interessierten gewisse Beziehungen zum Skelett, sei es daß die Wand der Schwimmblase selbst Hartteile aufwies, oder daß das Organ in komplizierte Beziehungen zum Gehörorgan trat (WEBERscher Apparat). Schon frühzeitig mit dem Studium der Blutgefäße des Organes untersuchte man den gröberen Bau jener sog. „roten Körper" der Schwimmblase, bei deren Bildung nicht nur Blutgefäße, wie man zuerst annahm, sondern auch das Epithel der Schwimmblaseninnenfläche, wie sich später herausstellte, Anteil hat. Letztere Erkenntnis entstammt jedoch schon der mikroskopierenden Zeit, die dann auch über den Bau der Schwimmblasenwand genauere Aufschlüsse brachte und anfing, ein Verständnis für das Organ anzubahnen, dessen Bedeutung ganz zu klären aber eigentlich erst die jüngsten Untersuchungen begonnen haben.

Diese Fragen soll die folgende, im wesentlichen historisch geordnete Darstellung der wichtigeren Arbeiten über die Schwimmblase vor dem Leser aufrollen, während die nachher gegebene Besprechung der Schwimmblase in den einzelnen Fischgruppen mehr ins Detail geht.

/ NEEDHAM (Disquisitio anatomica de formato foetu 1668) stellte sich schon vor, daß die auffallenden Gefäßverbreitungen in der Schwimmblase bedingend auf die in der Schwimmblase enthaltene Luftmenge einwirken müssten.

PERRAULT (Oeuvres de phys. et de méchan. Vol. 2. p. 383. 1721) wies als unhaltbar nach, daß der Schwimmblasengang die Pforte für den Eintritt der Luft sei.

Den Aufbau dieser damals sog. Blutdrüsen untersuchten dann PERRAULT (s. oben), KÖLREUTER (Observationes in gado lota institutae. Novi commentarii academiae scientiarum imperialis Petropolitanae, Vol. 19, 1775) und FISCHER *1795*. / (JAEGER *03*.)

/ MONRO (p. 28) unterscheidet Fische, bei welchen die Schwimmblase mit dem Darme kommuniziert, und andere, bei welchen dies nicht der Fall ist, kennt auch Fische, denen eine Schwimmblase ganz fehlt (Kabeljau, Schellfisch). Er kennt auch den roten Körper der Schwimmblase. Derselbe ist bei Fischen, wo die Schwimmblase mit der Speiseröhre zusammenhängt, entweder sehr klein und einfach in seinem Bau (Conger) oder er fehlt ganz (Stör, Lachs, Hering, Karpfen). „Hieraus kann man mit einigem Grunde schließen, daß die Luft in diesem roten Körper geschieden wird."

Bei MONRO siehe auch die ältere Literatur über die Schwimmblase. / (MONRO *1787*.)

/ DE LA ROCHE *09* hat die erste genaue makroskopische Beschreibung der Schwimmblase gegeben. Er fand die roten Körper, wie auch PERRAULT und MONRO bei allen Species, welche keinen Ductus pneumaticus haben, und auch bei den Aalen, obwohl diese einen Ductus haben. / (VINCENT und BARNES *96*).

/ DE LA ROCHE *09* beschreibt die roten Körper bei den verschiedensten Fischen, die Form der Schwimmblase und das Fehlen oder das Vorhandensein des Ductus pneumaticus. Die Beschreibung der roten Körper ist selbstverständlich bloß eine makroskopische und infolgedessen eine mangelhafte. / (CORNING *88*.)

/ CUVIER (Rapport sur le mémoire de M. DE LA ROCHE, relatif à la vessie aérienne des poissons. Annales du muséum d'histoire naturelle. Vol. 4. 1809), und VON BERLAK (Symbola ad anatomiam vesicae natatoriae piscium. Königsberg 1834) brachten nichts Neues. / (JAEGER *03*.)

Betreffend das makroskopische Verhalten der Schwimmblase der Fische vgl. auch RATHKE *27c*.

/ Bei manchen Fischen, z. B. Tetraodon, Diodon usw. bildet die Schwimmblase wie die Lunge des Frosches mehrere Zellen. / (BERTHOLD *27*.)

Bei CARUS *34* vergleiche Makroskopisches über die Schwimmblase auf Seite 577 ff. Auch TAYLOR *35* beschreibt die Schwimmblase bei zahlreichen Fischen makroskopisch.

/ Über Fehlen, Vorkommen, äußere Form und makroskopischen Bau der Schwimmblase und deren sog. Blutdrüse bei zahlreichen Fischen berichtet eingehend RATHKE *38*.

Steht die Schwimmblase mit dem Darme in gar keinem Zusammenhang, oder ist der Gang verschlossen, so besitzt sie wahrscheinlich immer ein oder einige ganz eigentümliche und hauptsächlich aus Blutgefäßen bestehende Gebilde, die man Blutdrüsen nennen kann.

Dieselbe Bemerkung haben auch PERRAULT und DE LA ROCHE gemacht.

Solche Blutdrüsen kommen vor bei Muraena anguilla, Gobius niger, Gadus Callarias, Cobitis fossilis und Gasterosteus, allen Syngnathus- und Crenilabrusarten, bei Corvina nigra, Gobius ophiocephalus, Smaris vulgaris, Sargus annularis, Atherina Boyeri, Gadus jubatus und Ophidium barbatum.

Bei mehreren anderen Fischen wurden Blutdrüsen schon von NEEDHAM, REDI, KÖLREUTER, MONRO, CUVIER und DE LA ROCHE beschrieben.

Die Blutdrüse liegt immer zwischen den beiden Häuten der Schwimmblase. An die innere Haut bisweilen sehr innig befestigt, ist sie mit der äußeren oder fibrösen Haut der Blase in jedem Falle nur sehr locker verbunden. Stets erhält die Blutdrüse eine Vene und eine Arterie, welche, um zu ihr zu gelangen, die äußere Haut der Blase durchbohren.

Die Blase mündet bei einigen Fischen ganz in den Anfang der Speiseröhre, bei anderen in den mittleren Teil der Speiseröhre, bei den Clupeen sogar in das Ende des Magenblindsackes.

Die Vermutung liegt sehr nahe, daß die Blutdrüse das Geschäft habe, Bestandteile der in der Schwimmblase enthaltenen Luft aufzunehmen und fortzuführen. Ebenso scheiden die Blutdrüsen Gasarten aus dem Blute in die Schwimmblase aus, letzteres vermag auch die Schleimhaut der Schwimmblase bei denjenigen Fischen, welche keine Blutdrüsen besitzen.

Die Schwimmblase nützt nach RATHKE zu dreierlei: zur Erleichterung des Schwimmens, zur Beförderung des Hörens und zu besonderen Umänderungen in den Mischungsverhältnissen des Blutes.

Wie schon E. H. WEBER hervorgehoben hat, mag aber bei dem einen Fische das eine, bei einem anderen ein anderes dieser Geschäfte das vorwaltende sein. Daß bei mehreren, jedoch nicht allen Fischen, welche eine Schwimmblase besitzen, diese mit dem Gehörapparate in Verbindung steht, ist durch WEBER hinreichend erwiesen.

In einem Nachtrag gibt RATHKE an, daß es ihm gelungen ist, nachzuweisen, daß beim Aal (Muraena fluviatilis) der Ausführungsgang der Schwimmblase nicht vollständig verschlossen ist. Es ist also die von

de la Roche und Rathke gemachte Behauptung, es sei bei allen Fischen, deren Schwimmblase mit einer oder einigen Blutdrüsen versehen ist, dieses Organ gegen den Darmkanal vollständig abgeschlossen, zu allgemein und zu weit. / (Rathke *38.*)

/ An der Schwimmblase der Fische unterscheidet Lereboullet zwei Häute, eine innere, welche er mit serösen Häuten vergleicht, und eine äußere dickere, welche bald weich, bald resistent wie knorpelig, oder selbst ganz knöchern (Cobitis fossilis) sein kann. Ferner wird die Schwimmblase mehr oder weniger vollständig vom Peritoneum überkleidet. Endlich gehen zu ihr Muskeln, bald von der Wirbelsäule oder dem Schädel ausgehend, bald und dies am öftesten, an der Blase selbst sich ansetzend. / (Lereboullet *38.*)

Lereboullet *38* gibt auch makroskopische Angaben über die Schwimmblase der Fische, eben darüber auch ein Literaturverzeichnis.

/ Joh. Müller *39a* betonte, daß die roten Körper von drüsigen Säumen umgeben wären und beschreibt den mannigfachen Wechsel im Aufbau der „Wundernetze", wie er die roten Körper nannte. Er betonte zuerst, daß diese Wundernetze der Luftausscheidung selbst fremd sind, vielmehr sei ihre Aufgabe, durch mechanische Hindernisse in der Zirkulation eine lokale, langsamere Blutbewegung in der Schwimmblase hervorzurufen. Als die Quelle der Gasabsonderung seien die drüsigen Säume der roten Körper anzusehen, aber wo diese fehlen, sei die ganze innere Haut der Schwimmblase als Äquivalent der Luftdrüse oder der drüsigen Säume zu betrachten. / (Jaeger *03.*)

/ Joh. Müller äußerte sich im Wortlaut unter anderem folgendermaßen: „Untersucht man das saumartige Organ, worin die baumartige Verästelung stattfindet, unter dem Mikroskop, so erkennt man, daß es außer dem Lauf der Blutgefäße von den Büscheln durch seine Struktur verschieden ist. Es ist durch und durch zellig und ist eine mit dem Wundernetz verbundene Drüse zur Ausscheidung der Luft der Schwimmblase. Da eine überaus feine Fortsetzung der inneren Haut der Schwimmblase diese drüsigen Säume bedeckt, so begreift man nicht sogleich, wie die von dem drüsigen Saume abgesonderte Luft nach dem Innern der Schwimmblase dringt, wenn nicht etwa Drüsenkanälchen (von denen hin und wieder Durchschnitte ein undeutliches Bild geben) mit der Schleimhaut zusammenhängen. Die Existenz dieser Verbindung läßt sich nicht direkt an diesen Säumen beweisen. Übrigens habe ich in der ganzen inneren Haut der Schwimmblase des Schwertfisches eine große Menge von feinen zerstreuten Öffnungen oder Grübchen, Stigmata bemerkt. Ähnliche punktförmige, in parallelen Linien gestellte Grübchen zwischen erhabenen Linien nimmt man auf der inneren Wand der Schwimmblase des Polypterus bichir wahr."

Die im silberigen Überzug der Schwimmblase liegenden mikroskopischen Stäbchen sind der Drüse wie dem Wundernetz fremd. / (J. Müller *39a.*)

/ J. Müller beschreibt jene von ihm unter die Wundernetze gezählten Organe bei zahlreichen Fischen. Dieselben sind der Luftausscheidung selbst fremd. Sie bewirken eine Verlangsamung der Blutbewegung und wirken so, wie J. Müller damals meinte, möglicherweise vorbereitend auf die Zusammensetzung des Blutes für die spätere Absonderung der Luft.

Der Luftgang kann, wo er vorhanden ist, unter gewissen Bedingungen Luft austreten lassen und ist Sicherheitsventil für hohen Druck beim Aufenthalt in großen Tiefen. / (J. Müller *40.*)

/Erwähnung fand die Struktur der roten Körper dann durch QUEKETT *44*, STANNIUS *54*. LEYDIG *54b*, F. E. SCHULZE *71*, WIEDERSHEIM (Vergl. Anat. 1883), ohne daß die Kenntnis des physiologischen Prozesses der Gasausscheidung in der Schwimmblase gefördert worden wäre. (JAEGER *03*.)

Über den makroskopischen Bau der Schwimmblase verschiedener Fische vergl. die Arbeit von J. MÜLLER *42a*.

/Die von WEBER bei Cyprinus, Cobitis und Silurus entdeckte Verbindung der Schwimmblase mit dem Gehörorgan durch Gehörknöchelchen kommt allen Gattungen der wahren Cyprinoiden (nach Abzug der Cyprinodonten), auch der schuppenlosen Aulopyge Heck und ebenso allen mit einer Schwimmblase versehenen Gattungen der Siluroiden zu. (J. MÜLLER *42a*.)

Eingehendere Darstellung des WEBERschen Apparates siehe unten bei: Acanthopsidae (JAQUET, BLOCH, NUSBAUM und SIDORIAK).

/QUEKETT beschrieb die Schwimmblase des Kabeljaus als einen dicken muskulösen Sack, an der Ventralseite mit einem höchst gefäßreichen Körper versehen, von welchem man angenommen hatte, daß er die in der Blase enthaltene Luft secerniere; er beschrieb ferner die feinere Anordnung der Gefäße dieser sogenannten Drüse, deren Kapillarsystem, aus einer großen Anzahl parallellaufender Gefäße bestehend, welche in Bündeln zusammengehäuft sind und an der freien Oberfläche der Drüse Schlingen bilden; auch in dem anderen Teile der Schwimmblase war die Anordnung merkwürdig wegen der parallelen Weise, in welcher die Gefäße gelagert waren; in diesem Fische lagen drei, in anderen aber bis auf sechs Gefäße parallel nebeneinander. Die Annahme, daß die Schwimmblase der Funktion der Respiration diene, wird unterstützt durch die Gefäßverteilung, die man an der vorderen Abteilung der Luftblase des Aals findet; indem in diesem Fische das Gefäßnetzwerk dem der cellulösen Lungen der Batrachier näherkommt als irgend eine andere Klasse von Gefäßen. QUEKETT nimmt an, daß die wahrscheinliche Bestimmung der Drüse in den geschlossenen Luftblasen sein möge, nicht sowohl die Luft zu sezernieren, als die daselbst befindliche Luft in einem reinen Zustande zu erhalten, indem die mit einer Drüse versehenen Fische in tiefem Wasser leben und, weil sie keinen Ausführgang der Blase haben, außer stande sind, den Inhalt zu verändern, falls dieser unrein geworden sein sollte./ (QUEKETT *42*.)

/QUEKETT teilt die Schwimmblasen der Fische in folgende drei Gruppen:

1. Einfache musculo-membranöse Säcke ohne Verbindungsgang, weder mit dem Darmkanal noch mit irgend einer äußeren Öffnung (Stockfisch, Knurrhahn, Schwertfisch, Schellfisch, Barsch u. and.);
2. eine einzige Blase mit einem Ductus pneumaticus, welcher bisweilen in den Magen, Oesophagus oder irgend einen Teil des Darmes mündet (Hecht, Salm, Stör, Forelle u. and.);
3. doppelte Schwimmblase: die beiden Abteilungen sind miteinander verbunden oder sie kommunizieren miteinander durch ein enges Rohr und der Ductus pneumaticus geht in allen Fällen von der hinteren Abteilung aus (die Mehrzahl der Süßwasserfische, so: Karpfen, Barbe, Schleie, Kaulbarsch und Goldfisch).

Die erste Art kommt hauptsächlich bei Tiefseefischen vor (so Stockfisch) und die Schwimmblase enthält einen stärker vaskularisierten Körper, von welchem die Autoren annehmen, daß er Luft bilde. Die Lage der

gekrümmten Fortsätze am Kopf des Fisches nahe dem Ohrlabyrinth begründete E. H. WEBERS u. a. Annahme einer Beziehung zur Hörtätigkeit. Die Außenseite der Blase wird von einer Fortsetzung des Peritonäums bekleidet, dann folgen zwei Muskelschichten. Die Innenfläche ist von einer dünnen silberweißen Membran ausgekleidet, welche aus (mikroskopisch untersucht) einer Reihe von Fasern besteht, bedeckt mit einer Basalmembran und Epithel.

Unter dieser Membran findet sich eine Gefäßschicht von eigenartiger Anordnung. Nahe der oberen und ventralen Seite der Blase findet sich der Drüsenkörper, der reich mit Blut versorgt ist; er besteht größtenteils aus Bündeln paralleler Gefäße, und mit demselben sind alle die großen Stämme verbunden, welche das ganze Innere der Blase versorgen. Die parallelen Gefäße sind die wahren Kapillaren der Drüse, während die damit verbundenen Fransen die Punkte sind, an denen das arterielle System sich mit dem venösen verbindet. QUEKETT gibt eine eingehende Beschreibung der feineren Verzweigung der Gefäße der Schwimmblase.

Die parallele Anordnung der Gefäße scheint in der Schwimmblase der Fische konstant zu sein; bei den Fischen mit doppelter Schwimmblase findet sie sich in der hinteren Abteilung. / (QUEKETT *44*.)

/ Die von QUEKETT *44* gegebenen Abbildungen kann CORNING nach seinen eigenen Injektionspräparaten nicht als naturgetreu bezeichnen. / (CORNING *88*.)

/ Der dritte Abschnitt von JOH. MÜLLER *45* ist eine ausführliche Arbeit desselben über die Schwimmblase der Fische, worüber ein Auszug von JOH. MÜLLER *42b* und *42a* (siehe oben) gegeben wurde. Hier behandelt MÜLLER besonders die zelligen Schwimmblasen (Erythrinus, Lepidosteus und andere) und deren Unterschied von Lungen (siehe darüber unten) und beschreibt die Schwimmblase zahlreicher Fische makroskopisch. Endlich gibt JOH. MÜLLER Erläuterungen zu der Abhandlung über die Schwimmblase, betreffend die Statik der Fische. / (JOH. MÜLLER *45*.)

Die makroskopische vergleichende Anatomie der Schwimmblase der Fische siehe ferner bei STANNIUS *46*, p. 119 ff.

/ Die Höhle der Schwimmblase wird zunächst umschlossen von einer mit Pflasterepithel ausgekleideten Schleimhaut, auf welche sodann nach außen eine bald dünnere, bald dickere, weiße, glänzende, oft deutlich aus zwei Schichten bestehende fibröse Haut folgt, die ihrerseits wieder zum Teil vom Bauchfell überzogen zu werden pflegt. Selten finden sich an ihrer Innenwand zellige Vorsprünge. (Bei Amia nach CUVIER; in der vorderen Hälfte der hinteren Abteilung der Schwimmblase von Erythrinus taeniatus und salvus nach MÜLLER und JACOBI. Bei Platystoma fasciatum fand MÜLLER einen eigentümlichen zelligen Saum an den Seiten und am hinteren Umfange der Schwimmblase. Bei Bagrus filamentosus sind zwei hintereinander liegende, inwendig aus kleinen lufthaltigen Zellen bestehende Schwimmblasen vorhanden. Auch Lepidosteus sollte nach CUVIER, AGASSIZ und VAN DER HOEVEN eine zellige Schwimmblase besitzen, während VALENTIN [Repertorium für Anat. u. Physiol., Jahrg. 1840] bei Lepidosteus spatula statt der angeblichen Zellen quergestreifte muskulöse Trabeculae carneae gefunden hat, durch welche die Luft der Schwimmblase offenbar rasch entleert werden kann.)

Bei einigen Fischen kommen in der äußeren Haut der Schwimmblase oder zwischen dieser und der inneren Muskelfasern vor, bei ande-

ren erstrecken sich von der Wirbelsäule ausgehende Muskeln (z. B. bei Gadus) an dieselbe, bisweilen bewirkt ein aus Knochen und Muskeln bestehender Apparat willkürliche Verdünnung und Verdichtung der in der Schwimmblase enthaltenen Luft.

Der Ductus pneumaticus besitzt die nämlichen Häute wie der Körper der Schwimmblase, nur sind sie meist dünner. An seinem Ostium oesophageum, an dem er sich bisweilen erweitert, besitzt er mitunter einen eigenen Sphincter. / (STANNIUS *46*, p. 119 ff.)

/ Über die makroskopische vergleichende Anatomie der Schwimmblase der Fische vgl. dann STANNIUS in SIEBOLD und STANNIUS *54*, p. 220 ff.

Die Wandungen der Schwimmblase sind von bedeutender Dicke bei Stör und Pogonias chromis, zart und dünn bei Mormyrus, Salmo, Clupea, Ophidium, weniger dick bei Esox, Belone. / (STANNIUS *54*.)

/ Die Innenfläche der Schwimmblase ist entweder glatt oder hat, wie bei Polypterus, dichtstehende, im allgemeinen längsverlaufende schmale Wülste, mitunter auch gleich manchen Amphibienlungen wabige Vorsprünge (Hemiramphus nach VALENCIENNES). Bei Lepidosteus osseus ist die innere Oberfläche der Schwimmblase areolär und mit Muskeln in den Balken des Maschenwerkes versehen. (Der „Lungensack" des Silurus Singio hat „drüsige" Wände und ist von einem von Querfalten gebildeten Muskel umgeben. DUVERNOY.) / (LEYDIG *57*, p. 380.)

/ Der Gang zur Schwimmblase kann bei den Fischen vom Oesophagus (Amia) oder von einer beliebigen Magenstelle bis zum äußersten Ende des Blindsacks hin ausgehen (Clupea).

Bei Clupea harengus und Uranoscopus scaber ist seine Oberfläche in Längsfalten gelegt, die nach der Schwimmblase hin verstreichen. / (EDINGER *76*.)

/ Eine Schwimmblase fehlt den Leptocardiern, Cyclostomen und Plagiostomen, während die Knochenfische sie zu haben pflegen, obschon auch hier der Fall nicht selten ist, daß einzelne Arten sie haben, während anderen sie wieder fehlt. / (NUHN *78*.)

/ Die makroskopischen Verhältnisse der Schwimmblase, so Lage, Form, Größe, Beziehungen zum Peritoneum, Verhalten des Ductus pneumaticus, Gefäßversorgung beachtet die Schilderung von CORNING *88* (unter Berücksichtigung der älteren makroskopischen Literatur) nicht weniger als den Bau der Wand der Schwimmblase bei zahlreichen Fischen (Salmo fario, Perca fluviatilis, Esox lucius, Lota vulgaris, Acerina cernua, Cyprinus carpio und Muraena anguilla); siehe unter diesen Namen die speziellen Befunde. / (CORNING *88*.)

/ Die Wand der Schwimmblase bietet bei ihrer verschiedenen, selbst nach den Regionen des Organs oft wechselnden Mächtigkeit auch viele Besonderheiten ihrer Zusammensetzung dar. Eine äußere Faserschicht — abgesehen von der Peritonealbekleidung — hat in der Regel den bedeutendsten Anteil an der Dicke der Wand und zeigt ein von anderem Bindegewebe etwas verschiedenes Gefüge.

Nicht minder verschieden als die Bindegewebsschicht und die Muskulatur stellt sich auch die epitheliale Auskleidung der Schwimmblase dar. Aus dem Zusammenhalten solcher Befunde erhellt leicht die selbständige Richtung der Sonderungsvorgänge, die sich an der Schwimmblase vollzogen, und dieses tritt in dem Maße hervor, als die Blase den Zusammenhang mit ihrer ersten Bildungsstätte aufgegeben hat.

In einer die Schwimmblase vieler Fische auszeichnenden Eigentümlichkeit ihres Gefäßapparates ist jenes Verhältnis gleichfalls ausgeprägt. Am vorderen von der Coeliaca versorgten Blasenteile sind die feinen, unmittelbar unter dem Epithel verlaufenden Gefäße von höherem Epithel überkleidet, als am hinteren, von Interkostalarterien versorgten Gebiete.

Aus einer solchen Verschiedenheit entspringen bei anderen Fischen ausgebildete neue Einrichtungen. Die Gefäße bilden unter büschelförmiger Verteilung Wundernetze (rote Körper). Dieselben erscheinen als Vorrichtungen für die Absonderung der Luft in die Schwimmblase. / (Gegenbaur *01.*)

Unter den neueren Werken über vergleichende Anatomie bringen makroskopische Schilderungen der Schwimmblase: Milne Edwards *57*, Bd. II, p. 363 ff. (auch Literatur); Owen *66* (Bd. I), p. 491 ff.; Moreau *81*, p. 177 ff.; Gegenbaur *01* und Wiedersheim *02* u. a.

Ein reichhaltiges Verzeichnis über die makroskopische und physiologische Literatur der Schwimmblase siehe bei Jäger *03*.

/ F. Moser gibt eine Zusammenfassung betreffend die außerordentlichen Variationen und Modifikationen der Schwimmblase und des Ductus pneumaticus, mit ihren wechselvollen Beziehungen zum Darm, zum Gefäßapparat, zum Kopf und dem Skelett und kommt zur Überzeugung, daß man es mit einem Organ zu tun habe, welches einen ungewöhnlich hohen Grad der Anpassungsfähigkeit und Veränderlichkeit in allen seinen Teilen und allen seinen Beziehungen zu anderen Organen besitzt. / (F. Moser *04.*)

Schichten der Schwimmblasenwand.

Mit Leydig beginnt auch hier das Mikroskop in seine Rechte zu treten.

/ Leydig unterscheidet in der Schwimmblasenwand (siehe unten bei Acipenser) folgende Schichten:

1. einen Bauchfellüberzug,
2. eine Muskelschicht,
3. eine Schleimhaut. / (Leydig *53a.*)

/ Auch 1857 unterscheidet Leydig an der Schwimmblase drei Schichten: einen Bauchfellüberzug, eine Muskelschicht und eine ihr eigne Faserhaut. / (Leydig *57*, p. 378.)

/ Die Wand der Schwimmblase der gewöhnlichen Knochenfische besteht aus einer silberglänzenden fibrösen Tunica, deren Fasern größtenteils quer oder zirkulär verlaufen und in zwei Blättern, sie sind kontraktil und elastisch; aber die Wände der vorderen Abteilung der Schwimmblase der Cyprinoiden sind weit mehr elastisch als die der hinteren. Die Schwimmblase wird von einer zarten Schleimhaut mit einem Pflasterepithel ausgekleidet und ist mehr oder weniger vom Peritoneum bedeckt. / (Owen *66/68.*)

/ Die Schwimmblase besteht nach Moreau aus folgenden Schichten:

1. einer Fibromucosa, welche sich oft in zwei sehr deutliche Schichten teilt und auf der Innenfläche ein mehr oder weniger sphärisches Epithel besitzt, das beim Stör flimmert;
2. einer Muscularis, welche ziemlich oft fehlt oder nur wenig entwickelt ist: sie besteht aus glatten Fasern beim Hecht, Brachsen und Stör; sie ist sehr dick und besteht aus quergestreiften Fasern bei der Mehrzahl der Triglidae;

3. einer Serosa, welche mehr oder weniger vollständig ist./ (MOREAU *81.*)

/Die Wände der Schwimmblase bestehen aus dichtem Fasergewebe, in dem sich die Gefäße verbreiten, deren Kapillaren die sogenannten roten Körper bilden. Das Epithel, welches die Innenfläche der Schwimmblase überkleidet, ist oft mit Cilien versehen und setzt sich, wenn der Ductus pneumaticus offen geblieben ist, in das Bucco-pharyngealepithel fort./ (RENAUT *97.*)

Epithel der Schwimmblase der Fische: /Das Epithel ist bei Acipenser ein Flimmerepithel, was bei Teleostiern nicht vorkommt./ (LEYDIG *53a.*)

/Bei manchen Fischen kennt STANNIUS an der Innenwand der Schwimmblase ein Pflasterepithel. Bei manchen Fischen sind die Wundernetze von blassen oder gelblichen, mäßig dicken, von der umgebenden Haut abgegrenzten zelligen Säumen umgeben, in welchen die baumartige Verzweigung der aus dem Wundernetze kommenden arteriellen Reiser statthat, während die übrige Fläche der Schwimmblase ihr Blut aus einfachen Blutgefäßen erhält (Perca, Gadus). Bei anderen Fischen kommen zerstreute Grübchen auf der ganzen Innenfläche der Schwimmblase (Polypterus) vor, während wieder bei anderen weder jene Säume, noch diese Grübchen nachweisbar sind (Esox). Wahrscheinlich sind alle diese verschiedenen Verhältnisse von Einfluß auf die Absonderung der in der Schwimmblase enthaltenen Luft./ (STANNIUS *54.*)

/Das Epithel, welches die Innenfläche der Schwimmblase überkleidet, liegt entweder der weißen atlasglänzenden Haut auf, deren Elemente die starren kristallähnlichen Fasern sind (Stör z. B.), oder einer aus gewöhnlichem Bindegewebe bestehenden Schicht (z. B. Cobitis fossilis). Die Epithelzellen sind bei den Teleostiern von rundlicher Gestalt und ohne Wimpern, bei den Ganoiden hingegen (wie LEYDIG wenigstens bei Acipenser und Polypterus wahrgenommen hat), ist ein Wimperepithel vorhanden. Dasselbe ist bei Polypterus geschichtet./ (LEYDIG *57*, p. 380.)

/Die kontinuierliche Epitheldecke, welche die Innenfläche jeder Schwimmblase auskleidet, besteht beim Stör und nach LEYDIG auch bei Polypterus bichir aus Flimmer tragenden Zylinderzellen, bei den Knochenfischen dagegen aus einer einfachen Lage von Plattenepithelzellen, welche indessen über den aus den arteriellen Wundernetzröhren hervorgehenden Kapillarnetzen einen durchaus anderen Charakter dadurch gewinnen, daß sie höher, mehr würfelförmig werden, einen trübkörnigen Inhalt zeigen und so das Aussehen von Drüsenzellen annehmen. „Die Drüsenfunktion derselben wird noch dadurch wahrscheinlicher, daß sie die in den Kapillarkörper hineingehenden spalten- oder taschenförmigen Einstülpungen nach Art eines Drüsenepithels vollständig auskleiden.“/ (F. E. SCHULZE *71.*)

/Bei Uranoscopus scaber wird das Zylinderepithel des Magenteils in dem Schwimmblasengange immer niederer und flacher und geht zuletzt direkt in das Epithel der inneren Schwimmblasenoberfläche über./ (EDINGER *76*).

/Das die Schwimmblase innen auskleidende Epithel besteht aus großen polygonalen Zellen von ungleicher Größe. Inmitten mehrerer größerer Zellen findet sich ein Haufen von kleineren Zellen, welche nur die Hälfte oder ein Drittel des Volumens der vorausgehenden erreichen. Der Kern ist klein. Dieses Verhalten findet man häufig bei Epithelien, welche in Berührung mit der Luft stehen und findet sich auch in den Luftsäcken der Vögel./ (TOURNEUX und HERMANN *76*, p. 208ff.)

/**Lamina propria** (Faserhaut) der Schleimhaut der Schwimmblase: Nach LEYDIG (Stör und Barbe) besteht die Schleimhaut der Schwimmblase aus spindelförmigen oder nadelähnlichen, faserartigen Massen, welche eine modifizierte Form der Bindesubstanz sind. Auf Essigsäurezusatz verschwinden dieselben und es erscheint ein Netz feiner, verästelter, elastischer Fasern. Außerdem finden sich bei Teleostiern ganz pellucide kernhaltige Plättchen (starre Fasern)./ (LEYDIG *53a.*)

/ Bei Gadus besteht die Fibrosa der Schwimmblase aus geschwungenen Fasern, die bei Zerrung in sehr feine, zum Teil zickzackförmig gebogene, größtenteils aber nadelförmig und haarförmig gestaltete starre Körperchen oder Fäserchen zerfallen. Zwischen ihnen findet sich bisweilen graue amorphe Substanz.

Bei Cyprinus und Esox kommen in den Wandungen der Schwimmblase kontraktile Faserzellen vor.

Die an der Innenfläche der Schwimmblase von Clupea, Belone, Gadus, Perca u. a. vorkommende silberglänzende Schicht besteht aus länglichen, verschieden geformten, scharf konturierten, platten, blassen dünnen Schüppchen und aus sehr langen feinen, nadelförmigen, anscheinend kristallinischen Körperchen, wie sie auch im Peritoneum mancher Fische vorkommen./ (STANNIUS *54.*)

/ Die eigentliche Faserhaut der Schwimmblase fällt häufig unschwer in zwei Häute auseinander, von denen die eine weißlich mit atlasartigem Glanze und die andere bläulichweiß ist; beide bestehen aus Bindegewebe, welches in den atlasartig schillernden Schichten sich zu einer besonderen Varietät umgebildet hat. Schon bei den Teleostiern (Barbus, Cobitis z. B.) löst sich die bezeichnete Bindesubstanz bei unsanfter Behandlung in eigentümliche starre, fein zugespitzte, oft wie winklig geknickte Fasern auseinander. Noch auffallender ist diese Erscheinung beim Stör. LEYDIG nimmt an, daß gerade dieses eigentümliche Bindegewebe die Schwimmblase der Störe und in geringerem Grade auch die anderer Fische zu einem so geschätzten Leim verwenden läßt. Außerdem hat LEYDIG in der Schwimmblasenwand der verschiedensten Knochenfische „pellucide Plättchen“ von unregelmäßiger Gestalt gefunden, die sich gern einrollen und dann für starre Fasern gehalten werden können. Jedes Plättchen besitzt einen in der Mitte liegenden ovalen Kern, nach Essigsäure trübt sich das Plättchen und nimmt damit eine gelbliche Färbung an, ohne sonst an der Schärfe seiner Konturen etwas einzubüßen. Solche Elemente fanden sich mitten im Bindegewebe der Schwimmblase, z. B. bei Chondrostoma nasus, Zeus faber, Gobius niger, Hippocampus, Dactyloptera, Cepola u. a. Früher wurden dieselben nur von FRANTZIUS erwähnt, der sie in der Schwimmblase der Saiblinge beobachtete und als elastische Gebilde betrachtete, die in zahlreicher Menge zwischen das Bindegewebe locker eingebettet, bei der Mechanik der Schwimmblase eine Rolle ausüben./ (LEYDIG *57*, p. 379f.)

/ Die Wände der Schwimmblase bestehen aus einer silberglänzenden fibrösen Haut, die Fasern sind meistenteils quer und ringförmig und in zwei Blättern angeordnet. Sie sind kontraktil und elastisch. Diese Schicht liefert die feinste Gelatine./ (WILLIAMS *59.*)

/ Als Hauptgewebsschicht der Schwimmblase ist eine gewöhnlich die Außenlage bildende, dicht unter dem Peritoneum gelegene, derbe, bindegewebige Faserhaut zu nennen. Dieselbe besteht aus langen feinen, bei vielen Knochenfischen eigentümlich starren Bindegewebsfibrillen, welche bald sämtlich parallel in querer oder schräger Richtung, bald in recht-

winklig sich kreuzenden Zügen verlaufen und im letzteren Falle häufig zwei nach der Richtung der Fasern vollständig sich trennende Lagen darstellen, eine äußerste mit Längsfaserung und eine darunter gelegene mit Querfaserung.

Zuweilen tritt in dieser äußeren Faserschicht auch Knochenbildung auf, so bei Cobitis fossilis, Acanthopsis, Ophidium imberbe: bei Cobitis in Form einer zusammenhängenden Gitterkapsel mit rundlichen Maschen.

In dem lockeren, fibrillär bindegewebigen Stroma der folgenden „inneren Schicht" finden sich häufig elastische, der Oberfläche parallele Lamellen, welche bei den meisten Knochenfischen zart bleiben, bei einigen besonders in dem vorderen Blasenteile der Cyprinoiden zu derben, gefensterten Membranen werden. Zwischen diesen elastischen Lamellen kommen oft (z. B. bei Esox lucius, Perca fluv., Gadus Callarias, Gadus lota etc.) eigentümliche, länglich viereckige, zarte, elastische Blättchen vor, welche bis auf den meistens in der Mitte gelegenen ovalen Kern völlig klar und strukturlos sind und beim Freiwerden sich wie ein Blatt einrollen.

Die atlasglänzende Schicht der Störschwimmblase besteht, abgesehen von einem spärlichen, lockeren, fibrillären Bindegewebsstroma, ganz aus spindelförmigen, verhältnißmäßig kurzen, in der Mitte dicken, plattrundlichen Fasern, welche sich einerseits zu größeren Zügen dicht aneinander legen, andererseits selbst wieder leicht in immer kleinere, gleichgestaltete Fasern zerspalten lassen. Beim Kochen und bei der Behandlung mit Säuren quellen sie außerordentlich und lösen sich rasch zu Leim auf./ (F. E. SCHULZE *71*.)

/Es findet sich bei Acipenser in dem spärlichen Bindegewebe eine den größten Teil dieser Schicht darstellende Masse spindelförmiger Fasern, die wieder in kleinere Bestandteile ähnlicher Form zerlegt werden können. Bei vielen Teleostei sind elastische Bestandteile in großer Verbreitung. Sie bilden größere Lamellen oder kleine Plättchen oder auch gefensterte Membranen. Die vordere Schwimmblase der Cyprinoiden ist durch solche Strukturen ausgezeichnet./ (GEGENBAUR *01*.)

/**Muscularis** der Schwimmblase: Es scheint, als ob die Existenz von Muskeln in der Wand der Schwimmblase ein wesentlicher Charakter dieses Organes sei; so verlaufen bekanntlich Muskeln in der Schwimmblase des Hechtes, des Brassen, der Barbe, des Chondrostoma nasus etc., entweder mehr eine kontinuierliche dünne Schicht bildend, oder als abgegrenzte muskulöse Streifen, die selbst spiralig, wie z. B. bei Chondrostoma nasus, um die Schwimmblase gewunden sind. Hierbei handelt es sich um glatte Muskelfasern. MOLIN teilt LEYDIG mit, daß die Schwimmblase des Polypterus mit quergestreiften Muskellagen in der Wand versehen sei./ (LEYDIG *53a*, p. 28ff.)

/Unter der Serosa breitet sich sehr häufig eine dünnere oder dickere Muskellage aus. sie ist z. B. beim Stör, wo die Schwimmblase geradezu sich als eine Ausstülpung des Darmrohres erweist, nicht besonders dick und umhüllt das Organ kontinuierlich: auch beim Polypterus bichir belegen zwei sich kreuzende Muskellagen vollständig die Schwimmblase; Salmo salvelinus hat zwei dünne, der Länge und Quere nach verbundene Muskelschichten; beim Hecht beschränken sich die Muskeln auf die untere Fläche, beim Brassen (Abramis brama) isolieren sie sich zu Streifen, die mit der Längenachse parallel verlaufen, während sie bei Chondrostoma nasus die Schwimmblase spiralig umziehen (JOH. MÜLLER, CZERMAK). Bei Trigla hirundo und Dactyloptera volitans ist

eine starke Muskelschicht vorhanden, welche sich um die ganze hintere (obere) Seite der Schwimmblase erstreckt. In den äußeren Schichten verlaufen die Muskeln quer, in den inneren nach der Länge. Die letztere Lage ist beträchtlich dünner, als die aus querziehenden Bündeln zusammengesetzte. Die Schwimmblase anderer Fische, z. B. die von Cobitis fossilis, entbehrt der kontraktilen Elemente. Die Mehrzahl der Muskeln gehört der glatten Art an, so bei Acipenser, Esox, Abramis, Chondrostoma, Salmo. Quergestreift sind sie bei Polypterus, Trigla, Dactyloptera und, was sich eigentlich von selbst versteht, von gleicher Beschaffenheit sind die Muskeln, welche, wie z. B. bei Gadus, Zeus faber, von der Muskulatur der Wirbelsäule sich ablösend, an die Schwimmblase sich ansetzen. / (Leydig *57*, p. 378 f.)

/ Die Schwimmblase von Polypterus bichir und Amia umschließt eine aus zwei übereinanderliegenden, gekreuzten Lagen quergestreifter Muskelfasern bestehende Hülle unmittelbar unter dem Peritoneum. Bei Amia wird jede Lage nur aus einer einzigen Schicht, bei Polypterus aus ziemlich reichlich geschichteten Fasermassen gebildet. Bei Lepidosteus osseus liegen Züge quergestreifter Muskelfasern entweder direkt oder durch sehnige Stränge netzartig verbunden, nicht auf der Außenfläche der Schwimmblase, sondern in den hier reich entwickelten, Alveolen umschließenden, membranösen Leisten und Balken der Innenwand.

Beim Stör findet sich eine zusammenhängende Lage glatter Muskulatur in der äußeren Faserschicht. Einzelne Knochenfische z. B. Trigla, Dactyloptera, Zeus haben nur an gewissen Stellen der Schwimmblase außen aufliegende, scharf umgrenzte Platten oder Züge quergestreifter Muskulatur; andere, die Cyprinoiden, besitzen in dem vorderen Teil der Schwimmblase einen der inneren Schicht in der Medianlinie der Bauchseite eingelagerten Längsstreifen quergerichteter glatter Muskelfasern, welche in der Nähe der Einschnürungsstelle zu einem vollständig zirkulären Ring sich verbreitet, während in dem hinteren Blasenabschnitte zwei quergefaserte Längsstreifen glatter Muskulatur in der äußersten Partie der Außenschicht vorkommen. Wieder andere Fische, z. B. Esox lucius, Gadus Callarias, Perca fluv. zeigen in der inneren (Leydig beschreibt eine Schicht glatter Muskelfasern bei Esox in der äußeren Schicht, wo sie F. E. Schulze nicht finden konnte) Schicht eine kontinuierliche dünne Lage glatter Muskelfasern. Endlich kann auch die Muskulatur gänzlich fehlen, wie bei Cobitis u. a. / (F. E. Schulze *71*.)

/ In verschiedener Art verhält sich auch die Muskulatur, die nur bei den Knochenganoiden eine allgemeine Umhüllung aus quergestreiften Fasern vorstellt. Eine Schicht glatter Muskelzellen ist in der äußeren Faserschicht beim Stör verbreitet. Manche Teleostei zeigen eine solche kontinuierliche Muskellage aus glatten Elementen, nach innen von der äußeren Faserschicht (Esox, Gadus, Perca). Bei Salmo sind an dieser Schicht zwei dünne Lagen unterschieden, die Muskulatur stimmt in ihrer Anordnung sehr mit jener des Darmes. Mehr von diesem primitiven Zustande haben sich andere entfernt. Bei den Cyprinoiden besitzt die innere Schicht der vorderen Blase nur ventral einen medianen Längsstreifen glatter Fasern. Dieser verbreitert sich nach hinten zur Umfassung der Verbindungsstelle mit der hinteren Blase. An dieser kommen nur in der äußeren Schicht quere, in Längsbänder geordnete Züge vor. Andere Teleostei besitzen an der Oberfläche der Schwimmblase scharf abgegrenzte Stellen mit quergestreiftem Muskelbelag (Trigla, Dactyloptera, Zeus). Ein ventraler Streifen bleibt davon frei, während sie die

ganze dorsale Wand einnehmen uud als von der Wirbelsäule her auf die Schwimmblase übergetretene Stammmuskulatur sich darstellen (LEYDIG). / (GEGENBAUR *01.*)

/ **Nerven:** Mit kontraktilen Elementen ausgestattete Schwimmblasen sind auch sehr reich an Nerven (so z. B. Esox lucius und Trigla). / (LEYDIG *57*, p. 381.)

/ Nach DEINEKA dringt mit der Arteria vesicae in die Schwimmblase ein Nervenstamm ein, welcher sich mit den Gefäßen in der Schwimmblase verzweigt. Die Bündel der parallelen Gefäße werden von feinsten Nervenästchen umflochten, deren ein Teil in die Zellschicht eindringt und ein dichtes Geflecht bildet. Einige Fasern dringen zwischen den Zellen vor und bilden Endverzweigungen, welche eine jede Zelle mit einem büschelförmigen Endapparat umgeben. Im Verlauf der Nervenstämme sind zahlreiche sympathische Ganglien gelagert. Zu beiden Seiten jedes Gefäßbündels verlaufen zwei dicke Nervenstämmchen, welche aus dem Gebiet der Blutdrüse austreten und sich in der Schwimmblasenwand verästeln, wobei sie ein dichtes Geflecht bilden. In dem bindegewebigen Anteil der Wand ist eine große Zahl von Nervenendapparaten eingelagert. / (DEINEKA *04.*)

Serosa der Schwimmblase: / Der Bauchfellüberzug der Schwimmblase der Fische besteht aus gewöhnlichem Bindegewebe, das häufig pigmentiert ist. Die Pigmentzellen haben bei vielen Knochenfischen oft ungemein weit verzweigte Ausläufer. / (LEYDIG *53a*, p. 28 ff. und *57*, p. 378.)

/ Die rosenrote Farbe der Schwimmblase der Saiblinge rührt von den „elastischen Platten" her, die einzeln zwar farblos sind, in Masse aber für das freie Auge den Rosaschiller bewirken. Bei einigen Fischen (Cobitis, Acanthopsis, nach CUVIER auch Ophidium imberbe) erscheint die äußere Bindegewebsschicht der Schwimmblase verknöchert und die Schwimmblase steckt dann in einer Knochenhülse, welche z. B. an Cobitis fossilis für das freie Auge wie siebförmig durchstochen erscheint und unter dem Mikroskop ein zierliches Knochengitter zeigt. Die Knochenhülle ist mit dem Querfortsatz des dritten Wirbels verwachsen. / (LEYDIG *57*, p. 378.)

/ TOURNEUX und HERMANN finden bei zahlreichen Fischen unter dem die Schwimmblase überkleidenden Peritonealepithel ein zweites aus großen Zellen mit gezähnten Rändern bestehendes Epithel. / (TOURNEUX und HERMANN *76*, p. 208 ff.

Blutgefäße und „rote Körper".

Ältere Angaben über die roten Körper siehe oben p. 105 ff. (Über den epithelialen Teil der roten Körper vgl. auch die oben bei Epithel wiedergegebenen Befunde von STANNIUS und F. E. SCHULZE.)

/ In vielen Schwimmblasen bilden die Blutgefäße Wundernetze. Soweit das Zerfallen der einzelnen Arterienstämmchen über den ganzen Zwischenraum der fibrösen Haut und der inneren Haut sich fortsetzt wie bei den Cyprinen, so kommt es zu keiner lokalen Anhäufung der feinen Gefäßröhren. Sobald dieses Zerfallen der Arterien in diffuse Wundernetze bloß auf bestimmte Stellen der Schwimmblase sich beschränkt, eine Einrichtung, zu welcher das beim Hecht vorhandene den Übergang bildet, konstituieren sie die sogenannten roten Körper. Letztere kommen am häufigsten und fast allgemein in geschlossenen Schwimmblasen vor, werden

aber auch in solchen angetroffen, die einen Ductus pneumaticus besitzen, wie z. B. bei den Muränoiden. / (STANNIUS *54.*)

/ „Die Blutgefäße sind zum Teil sehr spärlich, so z. B. in der inneren, bläulichweißen Haut bei Cobitis fossilis, häufiger finden wir sie in reichlicher Menge und die letzten Verzweigungen bilden bei vielen Fischen Wundernetze, die, wenn sie lokal sich beschränken, die sog. roten Körper der Schwimmblase hervorrufen." / (LEYDIG *57*, p. 380 f.)

/ Eine Gefäßschicht liegt zwischen der Mucosa und der Fibrosa. Die Maschen dieser Gefäße sind beträchtlich größer und mehr oblong als die der Lungenkapillaren. Bei Protopterus und den Ganoiden bilden die Gefäße keine Wundernetze und Gefäßknoten, sondern ein diffuses Kapillarnetzwerk enger und reicher im vorderen als im hinteren Teil.

Bei den Knochenfischen kommen verschiedene Varietäten des Gefäßsystems der Schwimmblase vor. Bei Karpfen erstrecken sich Kapillarbüschel überall im Innern des Organs. Beim Barsch und Stockfisch findet sich ein Gefäßknoten, ein der Schwimmblase der Fische eigentümlicher Körper. „Air-gland", bipolares Wundernetz J. MÜLLERS oder Gefäßknoten. WILLIAMS beschreibt die Anordnung der Blutgefäße in diesen Körpern beim Stockfisch und Aal unter Beigabe von Abbildungen genauer. / (WILLIAMS *59.*)

/ Das Gefäßsystem der lungenähnlichen Schwimmblase von Protopterus und bei den Ganoiden bildet keine Wundernetze, sondern ein diffuses netzförmiges Kapillarsystem, welches reicher und enger ist in den mehr geteilten und dicker zelligen Wänden des vorderen denn der hinteren Teile der Blase von Lepidosiren. / (OWEN *66/68.*)

/ Während bei einigen Fischen, z. B. Acipenser, Salmo die stets aus dem Aortensysteme entspringenden, also arterialisiertes Blut zuführenden Gefäße der Schwimmblase sich einfach in ein weitmaschiges, der Ernährung dienendes Kapillarnetz auflösen, welches schließlich in Körpervenen übergeht, treten bei vielen anderen in der äußeren Partie der inneren Schicht die von JOH. MÜLLER zuerst näher beschriebenen Wundernetze auf. Arterielle Gefäße lösen sich plötzlich in bald diffuse, bald mehr lokalisierte strahlen-, büschel- oder quastenförmige Röhrensysteme auf, aus welchen sich baumförmig verästelte Kapillarnetze entweder unmittelbar oder nach Sammlung in einzelne größere Gefäße entwickeln. Aus diesen an der Innenfläche der Schwimmblase sich ausbreitenden Kapillarnetzen führen dann wieder venöse Wundernetz-Röhrensysteme (entweder unmittelbar oder nach Sammlung in einzelne größere Venen) ab, welche sich zwischen die arteriellen so einschieben, daß ein Querschnitt des ganzen Wundernetzes arterielle und venöse Röhren in ziemlich gleichmäßiger Verteilung nebeneinander zeigt. / (F. E. SCHULZE *71.*)

/ Während JOH. MÜLLER (siehe oben) in den roten Körpern der Schwimmblase der Fische alle Eigentümlichkeiten des Wundernetzes erkannte, wurde durch EMERY bei Fierasfer die Anteilnahme des Epithels an den roten Körpern gezeigt. COGGI hat die wechselnde Form der roten Körper bei verschiedenen Teleostiern untersucht und beschreibt dieselbe eingehend bei Serranus scriba, Julis vulgaris, Labrus merula, Corvina nigra, Dentex vulgaris, Gobius capito, Trigla gunardus, Motella mediterranea, Perca fluviatilis, Gasterosteus aculeatus, Balistes capriscus, Siphonostoma typhle, Scopelus Benoiti, Gonostoma denudatum, Cyprinodon calaritanus, Belone acus.

COGGI findet, daß eine absolute Beziehung zwischen der größeren Kompliziertheit der roten Körper der Schwimmblase und dem Mangel eines Ductus pneumaticus nicht besteht.

Coggi prüft eingehend die vier von Joh. Müller auf Grund des Verhaltens der Wundernetze aufgestellten Typen (Cypriniden, Esox, Perca, Muraena) und stellt nach der Beteiligung des Epithels der Innenfläche der Schwimmblase an der Bildung der roten Körper (siehe Fig. 61 u. 62) eine neue Einteilung der roten Körper auf. Beim einen Teil der roten Körper beteiligt sich dieses Epithel mehr oder weniger an deren Bildung, bei dem anderen Teil zieht das Epithel ohne wesentliche Veränderung über die Körper weg. Es gibt also epitheliale und nicht epitheliale rote Körper. Sekundäre Unterschiede sind gegeben in dem verschiedenen Verhalten des Epithels, der Form und Anordnung der Einsenkungen oder Crypten, den Dimensionen der Zellen und der Differenzierung des Zellplasmas.

Fig. 61. Fig. 62.

Fig. 61. **Schwimmblase von Dentex vulgaris.** Epithelkörper. Sagittalschnitt. *v* Kapillaren, welche im tiefen Teil des Epithels gehäuft sind und zur Oberfläche ziehen; *I, II, III* drei sehr große tiefgelegene Epithelzellen; *n* Kern. Vergrößerung 190fach, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach Coggi *87*.)

Fig. 62. **Schwimmblase von Gobius capito.** Perpendikularschnitt z. Oberfläche des roten Körpers nahe seiner Mitte. *r* quergeschnittene Blutgefäße; die Kerne ihres Endothels sind deutlich; *t* zellige Elemente; *e* Cylinderepithel, welches die Innenwand der Schwimmblase bekleidet; *m* Epitheleinsenkung. *m'* Schrägschnitt eines blinden Schlauches, der von einer benachbarten Einsenkung gebildet wird; *o* Cylinderepithel, welches in einem der folgenden Schnitte die Wand des tiefen Abschnittes des Schlauches *m'* bildet. Vergrößerung 150fach, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach Coggi *87*.)

Die Labridae, Percidae und Dentex zeigen eine größere Differenzierung; hingegen Scomberesocidae, Mugilidae und Gobiidae primitives Verhalten in der Entwicklung des Epithelkörpers; Triglidae, Gadidae, Scopelidae, Plectognathidae, Lophobranchier bieten Zwischenstufen dar.

Für die nicht epithelialen roten Körper kann man die Unterscheidung, welche dem 1., 2. und 4. Typus Müller entspricht, beibehalten. / (Coggi *87*.)

/ Während Coggi *87* findet, daß das die Schwimmblase auskleidende Epithel bei seinem Übergange über die roten Körper modifiziert werde und daß hier deutliche Drüsenlumina vorhanden seien, leugnet Corning *88* das Vorkommen der Drüsenlumina, doch stimmt er darin Coggi bei, daß die die roten Körper bedeckenden Epithelien zur Gasausscheidung in unmittelbarer Beziehung stehen. / (Jäger *03*.)

/ Das Gemeinsame der einfachsten Verhältnisse, welche bei Salmo fario (siehe dort) bestehen, mit den komplizierteren Einrichtungen bei

Perca, Esox, Lota und Acerina cernua ist leicht zu erkennen. Auch bei diesen Fischen bildet die Schwimmblase einen länglichen Sack mit kontraktilen Wandungen und innerem Epithelüberzug. Auch bei ihnen läßt sich eine doppelte Quelle der Blutversorgung nachweisen. Auch bei ihnen verbreiten sich die Gefäße unter dem innersten Epithel, und letztereres hat im vordersten Abschnitt der Schwimmblase einen anderen Charakter als im hinteren. Allein es sind hier in einigen Beziehungen höhere Verhältnisse gegeben. Die Verbreitung der aus der Coeliaca stammenden Arterie resp. der in die Pfortader einmündenden Vene erfolgt zwischen Zellen, von denen CORNING annimmt, daß sie dem Epithel der Schwimmblase entstammen. Diese zelligen Säume stellen also eine Lokalisierung der zu den Blutgefäßen in Beziehung tretenden Zellen des vorderen Teiles der Schwimmblase dar. Im hinteren Teile verzweigen sich die Gefäße unmittelbar unter einem Plattenepithel, und zwar in Form von Wundernetzen, welche, bei oberflächlicher Betrachtung sehr verschieden, dennoch den gleichen Typus wahren. In bezug auf die Lokalisierung dieser Wundernetze sind bei Esox andere Verhältnisse gegeben, als bei Perca, Lota und Acerina. Bei Esox findet die Verzweigung im ganzen hinteren Abschnitt der Schwimmblase statt; es darf dies vielleicht als die ursprünglichere Einrichtung angesehen werden. Bei Perca, Lota und Acerina dagegen sind die Wundernetze auf einen bestimmten Abschnitt der dorsalen Wand beschränkt, in welchem die fibröse Haut der Schwimmblase fehlt, und wo die Gefäße unmittelbar unter dem Epithel zu liegen kommen. Diese Beschränkung in der Ausdehnung wird durch eine entsprechend größere Dichtigkeit der Wundernetze bei den zuletzt genannten Fischen ausgeglichen./ (CORNING *88.*)

/ VINCENT und BARNES, welche COGGIS Beobachtungen bestätigen, untersuchten bei Gadus morrhua, Gadus aeglefinus, Merlucius vulgaris, Molva vulgaris, Zeus faber, Trigla pini, Anguilla anguilla die roten Körper der Schwimmblase makroskopisch und mikroskopisch und stellen auch die ältere Literatur zusammen. Die beiden Forscher kommen (p. 556) zum Resultat: Die Blutgefäßorgane sind in zwei Gruppen zu teilen: 1. bei Fischen ohne Ductus pneumaticus; in diesem Falle sind es wahre Drüsen (siehe Fig. 63); 2. bei Fischen, welche einen Ductus pneumaticus besitzen, wie die Aale; in diesem Falle sind es einfache Kapillarmassen, und dieselben können den Namen „rote Körper“ behalten. In dieser zweiten Gruppe werden die roten Körper von einer unveränderten Fortsetzung des Plattenepithels der Schwimmblase bedeckt.

Die roten Drüsen bestehen aus wahren deutlichen (einfach tubulösen, p. 552) Drüsenschläuchen, welche ein deutliches Lumen besitzen und eine schleimige Substanz sezernieren, die ein Nukleoproteid enthält und, soviel sich feststellen ließ, kein Mucin.

Das Innenepithel der Schwimmblase geht über die roten Drüsen nicht unverändert hinweg, sondern wird modifiziert und bildet so die Drüsenschläuche.

Endlich verweise ich noch auf die Abbildungen, die VINCENT und BARNES von der äußeren Form der roten Körper in der Schwimmblase von Gadus morrhua, Zeus faber, Trigla pini und Anguilla anguilla geben./ (VINCENT und BARNES *96.*)

/ DEINEKA findet, daß das einschichtige Plattenepithel, welches die Innenfläche der Schwimmblase auskleidet, nicht mit den Epithelzellen, welche die Blutgefäße des roten Körpers umgeben, in Zusammenhang steht. Zwar liegen die Epithelzellen gruppenweise, doch handelt es sich

ren erstrecken sich von der Wirbelsäule ausgehende Muskeln (z. B. bei Gadus) an dieselbe, bisweilen bewirkt ein aus Knochen und Muskeln bestehender Apparat willkürliche Verdünnung und Verdichtung der in der Schwimmblase enthaltenen Luft.

Der Ductus pneumaticus besitzt die nämlichen Häute wie der Körper der Schwimmblase, nur sind sie meist dünner. An seinem Ostium oesophageum, an dem er sich bisweilen erweitert, besitzt er mitunter einen eigenen Sphincter. / (STANNIUS *46*, p. 119 ff.)

/ Über die makroskopische vergleichende Anatomie der Schwimmblase der Fische vgl. dann STANNIUS in SIEBOLD und STANNIUS *54*, p. 220 ff.

Die Wandungen der Schwimmblase sind von bedeutender Dicke bei Stör und Pogonias chromis, zart und dünn bei Mormyrus, Salmo, Clupea, Ophidium, weniger dick bei Esox, Belone. / (STANNIUS *54*.)

/ Die Innenfläche der Schwimmblase ist entweder glatt oder hat, wie bei Polypterus, dichtstehende, im allgemeinen längsverlaufende schmale Wülste, mitunter auch gleich manchen Amphibienlungen wabige Vorsprünge (Hemiramphus nach VALENCIENNES). Bei Lepidosteus osseus ist die innere Oberfläche der Schwimmblase areolär und mit Muskeln in den Balken des Maschenwerkes versehen. (Der „Lungensack" des Silurus Singio hat „drüsige" Wände und ist von einem von Querfalten gebildeten Muskel umgeben. DUVERNOY.) / (LEYDIG *57*, p. 380.)

/ Der Gang zur Schwimmblase kann bei den Fischen vom Oesophagus (Amia) oder von einer beliebigen Magenstelle bis zum äußersten Ende des Blindsacks hin ausgehen (Clupea).

Bei Clupea harengus und Uranoscopus scaber ist seine Oberfläche in Längsfalten gelegt, die nach der Schwimmblase hin verstreichen. / (EDINGER *76*.)

/ Eine Schwimmblase fehlt den Leptocardiern, Cyclostomen und Plagiostomen, während die Knochenfische sie zu haben pflegen, obschon auch hier der Fall nicht selten ist, daß einzelne Arten sie haben, während anderen sie wieder fehlt. / (NUHN *78*.)

/ Die makroskopischen Verhältnisse der Schwimmblase, so Lage, Form, Größe, Beziehungen zum Peritoneum, Verhalten des Ductus pneumaticus, Gefäßversorgung beachtet die Schilderung von CORNING *88* (unter Berücksichtigung der älteren makroskopischen Literatur) nicht weniger als den Bau der Wand der Schwimmblase bei zahlreichen Fischen (Salmo fario, Perca fluviatilis, Esox lucius, Lota vulgaris, Acerina cernua, Cyprinus carpio und Muraena anguilla); siehe unter diesen Namen die speziellen Befunde. / (CORNING *88*.)

/ Die Wand der Schwimmblase bietet bei ihrer verschiedenen, selbst nach den Regionen des Organs oft wechselnden Mächtigkeit auch viele Besonderheiten ihrer Zusammensetzung dar. Eine äußere Faserschicht — abgesehen von der Peritonealbekleidung — hat in der Regel den bedeutendsten Anteil an der Dicke der Wand und zeigt ein von anderem Bindegewebe etwas verschiedenes Gefüge.

Nicht minder verschieden als die Bindegewebsschicht und die Muskulatur stellt sich auch die epitheliale Auskleidung der Schwimmblase dar. Aus dem Zusammenhalten solcher Befunde erhellt leicht die selbständige Richtung der Sonderungsvorgänge, die sich an der Schwimmblase vollzogen, und dieses tritt in dem Maße hervor, als die Blase den Zusammenhang mit ihrer ersten Bildungsstätte aufgegeben hat.

In einer die Schwimmblase vieler Fische auszeichnenden Eigentümlichkeit ihres Gefäßapparates ist jenes Verhältnis gleichfalls ausgeprägt. Am vorderen von der Coeliaca versorgten Blasenteile sind die feinen, unmittelbar unter dem Epithel verlaufenden Gefäße von höherem Epithel überkleidet, als am hinteren, von Interkostalarterien versorgten Gebiete.

Aus einer solchen Verschiedenheit entspringen bei anderen Fischen ausgebildete neue Einrichtungen. Die Gefäße bilden unter büschelförmiger Verteilung Wundernetze (rote Körper). Dieselben erscheinen als Vorrichtungen für die Absonderung der Luft in die Schwimmblase. / (GEGENBAUR *01*.)

Unter den neueren Werken über vergleichende Anatomie bringen makroskopische Schilderungen der Schwimmblase: MILNE EDWARDS *57*, Bd. II, p. 363 ff. (auch Literatur); OWEN *66* (Bd. I), p. 491 ff.; MOREAU *81*, p. 177 ff.; GEGENBAUR *01* und WIEDERSHEIM *02* u. a.

Ein reichhaltiges Verzeichnis über die makroskopische und physiologische Literatur der Schwimmblase siehe bei JÄGER *03*.

/ F. MOSER gibt eine Zusammenfassung betreffend die außerordentlichen Variationen und Modifikationen der Schwimmblase und des Ductus pneumaticus, mit ihren wechselvollen Beziehungen zum Darm, zum Gefäßapparat, zum Kopf und dem Skelett und kommt zur Überzeugung, daß man es mit einem Organ zu tun habe, welches einen ungewöhnlich hohen Grad der Anpassungsfähigkeit und Veränderlichkeit in allen seinen Teilen und allen seinen Beziehungen zu anderen Organen besitzt. / (F. MOSER *04*.)

Schichten der Schwimmblasenwand.

Mit LEYDIG beginnt auch hier das Mikroskop in seine Rechte zu treten.

/ LEYDIG unterscheidet in der Schwimmblasenwand (siehe unten bei Acipenser) folgende Schichten:

1. einen Bauchfellüberzug,
2. eine Muskelschicht,
3. eine Schleimhaut. /. (LEYDIG *53a*.)

/ Auch 1857 unterscheidet LEYDIG an der Schwimmblase drei Schichten: einen Bauchfellüberzug, eine Muskelschicht und eine ihr eigne Faserhaut. / (LEYDIG *57*, p. 378.)

/ Die Wand der Schwimmblase der gewöhnlichen Knochenfische besteht aus einer silberglänzenden fibrösen Tunica, deren Fasern größtenteils quer oder zirkulär verlaufen und in zwei Blättern, sie sind kontraktil und elastisch; aber die Wände der vorderen Abteilung der Schwimmblase der Cyprinoiden sind weit mehr elastisch als die der hinteren. Die Schwimmblase wird von einer zarten Schleimhaut mit einem Pflasterepithel ausgekleidet und ist mehr oder weniger vom Peritoneum bedeckt. / (OWEN *66/68*.)

/ Die Schwimmblase besteht nach MOREAU aus folgenden Schichten:

1. einer Fibromucosa, welche sich oft in zwei sehr deutliche Schichten teilt und auf der Innenfläche ein mehr oder weniger sphärisches Epithel besitzt, das beim Stör flimmert;
2. einer Muscularis, welche ziemlich oft fehlt oder nur wenig entwickelt ist: sie besteht aus glatten Fasern beim Hecht, Brachsen und Stör; sie ist sehr dick und besteht aus quergestreiften Fasern bei der Mehrzahl der Triglidae;

ren erstrecken sich von der Wirbelsäule ausgehende Muskeln (z. B. bei Gadus) an dieselbe, bisweilen bewirkt ein aus Knochen und Muskeln bestehender Apparat willkürliche Verdünnung und Verdichtung der in der Schwimmblase enthaltenen Luft.

Der Ductus pneumaticus besitzt die nämlichen Häute wie der Körper der Schwimmblase, nur sind sie meist dünner. An seinem Ostium oesophageum, an dem er sich bisweilen erweitert, besitzt er mitunter einen eigenen Sphincter. / (STANNIUS *46*, p. 119 ff.)

/ Über die makroskopische vergleichende Anatomie der Schwimmblase der Fische vgl. dann STANNIUS in SIEBOLD und STANNIUS *54*, p. 220 ff.

Die Wandungen der Schwimmblase sind von bedeutender Dicke bei Stör und Pogonias chromis, zart und dünn bei Mormyrus, Salmo, Clupea, Ophidium, weniger dick bei Esox, Belone. / (STANNIUS *54*.)

/ Die Innenfläche der Schwimmblase ist entweder glatt oder hat, wie bei Polypterus, dichtstehende, im allgemeinen längsverlaufende schmale Wülste, mitunter auch gleich manchen Amphibienlungen wabige Vorsprünge (Hemiramphus nach VALENCIENNES). Bei Lepidosteus osseus ist die innere Oberfläche der Schwimmblase areolär und mit Muskeln in den Balken des Maschenwerkes versehen. (Der „Lungensack" des Silurus Singio hat „drüsige" Wände und ist von einem von Querfalten gebildeten Muskel umgeben. DUVERNOY.) / (LEYDIG *57*, p. 380.)

/ Der Gang zur Schwimmblase kann bei den Fischen vom Oesophagus (Amia) oder von einer beliebigen Magenstelle bis zum äußersten Ende des Blindsacks hin ausgehen (Clupea).

Bei Clupea harengus und Uranoscopus scaber ist seine Oberfläche in Längsfalten gelegt, die nach der Schwimmblase hin verstreichen. / (EDINGER *76*.)

/ Eine Schwimmblase fehlt den Leptocardiern, Cyclostomen und Plagiostomen, während die Knochenfische sie zu haben pflegen, obschon auch hier der Fall nicht selten ist, daß einzelne Arten sie haben, während anderen sie wieder fehlt. / (NUHN *78*.)

/ Die makroskopischen Verhältnisse der Schwimmblase, so Lage, Form, Größe, Beziehungen zum Peritoneum, Verhalten des Ductus pneumaticus, Gefäßversorgung beachtet die Schilderung von CORNING *88* (unter Berücksichtigung der älteren makroskopischen Literatur) nicht weniger als den Bau der Wand der Schwimmblase bei zahlreichen Fischen (Salmo fario, Perca fluviatilis, Esox lucius, Lota vulgaris, Acerina cernua, Cyprinus carpio und Muraena anguilla); siehe unter diesen Namen die speziellen Befunde. / (CORNING *88*.)

/ Die Wand der Schwimmblase bietet bei ihrer verschiedenen, selbst nach den Regionen des Organs oft wechselnden Mächtigkeit auch viele Besonderheiten ihrer Zusammensetzung dar. Eine äußere Faserschicht — abgesehen von der Peritonealbekleidung — hat in der Regel den bedeutendsten Anteil an der Dicke der Wand und zeigt ein von anderem Bindegewebe etwas verschiedenes Gefüge.

Nicht minder verschieden als die Bindegewebsschicht und die Muskulatur stellt sich auch die epitheliale Auskleidung der Schwimmblase dar. Aus dem Zusammenhalten solcher Befunde erhellt leicht die selbständige Richtung der Sonderungsvorgänge, die sich an der Schwimmblase vollzogen, und dieses tritt in dem Maße hervor, als die Blase den Zusammenhang mit ihrer ersten Bildungsstätte aufgegeben hat.

In einer die Schwimmblase vieler Fische auszeichnenden Eigentümlichkeit ihres Gefäßapparates ist jenes Verhältnis gleichfalls ausgeprägt. Am vorderen von der Coeliaca versorgten Blasenteile sind die feinen, unmittelbar unter dem Epithel verlaufenden Gefäße von höherem Epithel überkleidet, als am hinteren, von Interkostalarterien versorgten Gebiete.

Aus einer solchen Verschiedenheit entspringen bei anderen Fischen ausgebildete neue Einrichtungen. Die Gefäße bilden unter büschelförmiger Verteilung Wundernetze (rote Körper). Dieselben erscheinen als Vorrichtungen für die Absonderung der Luft in die Schwimmblase./ (GEGENBAUR *01*.)

Unter den neueren Werken über vergleichende Anatomie bringen makroskopische Schilderungen der Schwimmblase: MILNE EDWARDS *57*, Bd. II, p. 363 ff. (auch Literatur); OWEN *66* (Bd. I), p. 491 ff.; MOREAU *81*, p. 177 ff.; GEGENBAUR *01* und WIEDERSHEIM *02* u. a.

Ein reichhaltiges Verzeichnis über die makroskopische und physiologische Literatur der Schwimmblase siehe bei JÄGER *03*.

/F. MOSER gibt eine Zusammenfassung betreffend die außerordentlichen Variationen und Modifikationen der Schwimmblase und des Ductus pneumaticus, mit ihren wechselvollen Beziehungen zum Darm, zum Gefäßapparat, zum Kopf und dem Skelett und kommt zur Überzeugung, daß man es mit einem Organ zu tun habe, welches einen ungewöhnlich hohen Grad der Anpassungsfähigkeit und Veränderlichkeit in allen seinen Teilen und allen seinen Beziehungen zu anderen Organen besitzt./ (F. MOSER *04*.)

Schichten der Schwimmblasenwand.

Mit LEYDIG beginnt auch hier das Mikroskop in seine Rechte zu treten.

/LEYDIG unterscheidet in der Schwimmblasenwand (siehe unten bei Acipenser) folgende Schichten:

1. einen Bauchfellüberzug,
2. eine Muskelschicht,
3. eine Schleimhaut./ (LEYDIG *53a*.)

/Auch 1857 unterscheidet LEYDIG an der Schwimmblase drei Schichten: einen Bauchfellüberzug, eine Muskelschicht und eine ihr eigne Faserhaut./ (LEYDIG *57*, p. 378.)

/Die Wand der Schwimmblase der gewöhnlichen Knochenfische besteht aus einer silberglänzenden fibrösen Tunica, deren Fasern größtenteils quer oder zirkulär verlaufen und in zwei Blättern, sie sind kontraktil und elastisch; aber die Wände der vorderen Abteilung der Schwimmblase der Cyprinoiden sind weit mehr elastisch als die der hinteren. Die Schwimmblase wird von einer zarten Schleimhaut mit einem Pflasterepithel ausgekleidet und ist mehr oder weniger vom Peritoneum bedeckt./ (OWEN *66/68*.)

/Die Schwimmblase besteht nach MOREAU aus folgenden Schichten:

1. einer Fibromucosa, welche sich oft in zwei sehr deutliche Schichten teilt und auf der Innenfläche ein mehr oder weniger sphärisches Epithel besitzt, das beim Stör flimmert;
2. einer Muscularis, welche ziemlich oft fehlt oder nur wenig entwickelt ist: sie besteht aus glatten Fasern beim Hecht, Brachsen und Stör; sie ist sehr dick und besteht aus quergestreiften Fasern bei der Mehrzahl der Triglidae;

ren erstrecken sich von der Wirbelsäule ausgehende Muskeln (z. B. bei Gadus) an dieselbe, bisweilen bewirkt ein aus Knochen und Muskeln bestehender Apparat willkürliche Verdünnung und Verdichtung der in der Schwimmblase enthaltenen Luft.

Der Ductus pneumaticus besitzt die nämlichen Häute wie der Körper der Schwimmblase, nur sind sie meist dünner. An seinem Ostium oesophageum, an dem er sich bisweilen erweitert, besitzt er mitunter einen eigenen Sphincter. / (STANNIUS *46*, p. 119 ff.)

/ Über die makroskopische vergleichende Anatomie der Schwimmblase der Fische vgl. dann STANNIUS in SIEBOLD und STANNIUS *54*, p. 220 ff.

Die Wandungen der Schwimmblase sind von bedeutender Dicke bei Stör und Pogonias chromis, zart und dünn bei Mormyrus, Salmo, Clupea, Ophidium, weniger dick bei Esox, Belone. / (STANNIUS *54*.)

/ Die Innenfläche der Schwimmblase ist entweder glatt oder hat, wie bei Polypterus, dichtstehende, im allgemeinen längsverlaufende schmale Wülste, mitunter auch gleich manchen Amphibienlungen wabige Vorsprünge (Hemiramphus nach VALENCIENNES). Bei Lepidosteus osseus ist die innere Oberfläche der Schwimmblase areolär und mit Muskeln in den Balken des Maschenwerkes versehen. (Der „Lungensack" des Silurus Singio hat „drüsige" Wände und ist von einem von Querfalten gebildeten Muskel umgeben. DUVERNOY.) / (LEYDIG *57*, p. 380.)

/ Der Gang zur Schwimmblase kann bei den Fischen vom Oesophagus (Amia) oder von einer beliebigen Magenstelle bis zum äußersten Ende des Blindsacks hin ausgehen (Clupea).

Bei Clupea harengus und Uranoscopus scaber ist seine Oberfläche in Längsfalten gelegt, die nach der Schwimmblase hin verstreichen. / (EDINGER *76*.)

/ Eine Schwimmblase fehlt den Leptocardiern, Cyclostomen und Plagiostomen, während die Knochenfische sie zu haben pflegen, obschon auch hier der Fall nicht selten ist, daß einzelne Arten sie haben, während anderen sie wieder fehlt. / (NUHN *78*.)

/ Die makroskopischen Verhältnisse der Schwimmblase, so Lage, Form, Größe, Beziehungen zum Peritoneum, Verhalten des Ductus pneumaticus, Gefäßversorgung beachtet die Schilderung von CORNING *88* (unter Berücksichtigung der älteren makroskopischen Literatur) nicht weniger als den Bau der Wand der Schwimmblase bei zahlreichen Fischen (Salmo fario, Perca fluviatilis, Esox lucius, Lota vulgaris, Acerina cernua, Cyprinus carpio und Muraena anguilla); siehe unter diesen Namen die speziellen Befunde. / (CORNING *88*.)

/ Die Wand der Schwimmblase bietet bei ihrer verschiedenen, selbst nach den Regionen des Organs oft wechselnden Mächtigkeit auch viele Besonderheiten ihrer Zusammensetzung dar. Eine äußere Faserschicht — abgesehen von der Peritonealbekleidung — hat in der Regel den bedeutendsten Anteil an der Dicke der Wand und zeigt ein von anderem Bindegewebe etwas verschiedenes Gefüge.

Nicht minder verschieden als die Bindegewebsschicht und die Muskulatur stellt sich auch die epitheliale Auskleidung der Schwimmblase dar. Aus dem Zusammenhalten solcher Befunde erhellt leicht die selbständige Richtung der Sonderungsvorgänge, die sich an der Schwimmblase vollzogen, und dieses tritt in dem Maße hervor, als die Blase den Zusammenhang mit ihrer ersten Bildungsstätte aufgegeben hat.

In einer die Schwimmblase vieler Fische auszeichnenden Eigentümlichkeit ihres Gefäßapparates ist jenes Verhältnis gleichfalls ausgeprägt. Am vorderen von der Coeliaca versorgten Blasenteile sind die feinen, unmittelbar unter dem Epithel verlaufenden Gefäße von höherem Epithel überkleidet, als am hinteren, von Interkostalarterien versorgten Gebiete.

Aus einer solchen Verschiedenheit entspringen bei anderen Fischen ausgebildete neue Einrichtungen. Die Gefäße bilden unter büschelförmiger Verteilung Wundernetze (rote Körper). Dieselben erscheinen als Vorrichtungen für die Absonderung der Luft in die Schwimmblase. / (GEGENBAUR *01.*)

Unter den neueren Werken über vergleichende Anatomie bringen makroskopische Schilderungen der Schwimmblase: MILNE EDWARDS *57*, Bd. II, p. 363 ff. (auch Literatur); OWEN *66* (Bd. I), p. 491 ff.; MOREAU *81*, p. 177 ff.; GEGENBAUR *01* und WIEDERSHEIM *02* u. a.

Ein reichhaltiges Verzeichnis über die makroskopische und physiologische Literatur der Schwimmblase siehe bei JÄGER *03*.

/ F. MOSER gibt eine Zusammenfassung betreffend die außerordentlichen Variationen und Modifikationen der Schwimmblase und des Ductus pneumaticus, mit ihren wechselvollen Beziehungen zum Darm, zum Gefäßapparat, zum Kopf und dem Skelett und kommt zur Überzeugung, daß man es mit einem Organ zu tun habe, welches einen ungewöhnlich hohen Grad der Anpassungsfähigkeit und Veränderlichkeit in allen seinen Teilen und allen seinen Beziehungen zu anderen Organen besitzt. / (F. MOSER *04*.)

Schichten der Schwimmblasenwand.

Mit LEYDIG beginnt auch hier das Mikroskop in seine Rechte zu treten.

/ LEYDIG unterscheidet in der Schwimmblasenwand (siehe unten bei Acipenser) folgende Schichten:

1. einen Bauchfellüberzug,
2. eine Muskelschicht,
3. eine Schleimhaut. /. (LEYDIG *53a*.)

/ Auch 1857 unterscheidet LEYDIG an der Schwimmblase drei Schichten: einen Bauchfellüberzug, eine Muskelschicht und eine ihr eigne Faserhaut. / (LEYDIG *57*, p. 378.)

/ Die Wand der Schwimmblase der gewöhnlichen Knochenfische besteht aus einer silberglänzenden fibrösen Tunica, deren Fasern größtenteils quer oder zirkulär verlaufen und in zwei Blättern, sie sind kontraktil und elastisch; aber die Wände der vorderen Abteilung der Schwimmblase der Cyprinoiden sind weit mehr elastisch als die der hinteren. Die Schwimmblase wird von einer zarten Schleimhaut mit einem Pflasterepithel ausgekleidet und ist mehr oder weniger vom Peritoneum bedeckt. / (OWEN *66/68*.)

/ Die Schwimmblase besteht nach MOREAU aus folgenden Schichten:

1. einer Fibromucosa, welche sich oft in zwei sehr deutliche Schichten teilt und auf der Innenfläche ein mehr oder weniger sphärisches Epithel besitzt, das beim Stör flimmert;
2. einer Muscularis, welche ziemlich oft fehlt oder nur wenig entwickelt ist: sie besteht aus glatten Fasern beim Hecht, Brachsen und Stör; sie ist sehr dick und besteht aus quergestreiften Fasern bei der Mehrzahl der Triglidae;

1. Gruppe: Schwimmblase sanduhrförmig eingeschnürt, dorsal vom Darme, in der Medianlinie gelegen, mit engem Ductus pneumaticus, der in die kaudale Abteilung der Blase mündet: Rhodeus und Karpfen.

2. Gruppe: Schwimmblase ein langer, schmaler Sack, etwas links vom Darm, neben diesem gelegen und mit weiter Öffnung etwas links in diesen einmündend: Bachforelle, Huchen, Salm.

3. Gruppe: Schwimmblase ein weiter Sack, dorsal vom Darm gelegen, ohne Kommunikation, resp. ohne Ductus pneumaticus: Stichling.

Es zeigte sich, daß bei Gruppe 1 und 3, wie übrigens schon von C. E. v. Baer und anderen kurz erwähnt wurde, die Schwimmblase nicht dorsal, sondern ganz rechts von diesem angelegt wird; es findet dann eine gegenseitige Verschiebung der Abgangs- und Einmündungsstelle des Ductus statt, so daß sich schließlich erstere mehr links, letztere mehr rechts von der Medianlinie befindet.

Bei Gruppe 2 ist die erste Anlage der Lunge eine ganz dorsale, jedoch nicht in der Medianlinie, sondern rechts von ihr, wo sich Darm und Schwimmblase infolge der großen Dottermassen befinden. Beide Organe liegen also ursprünglich hier nicht neben-, sondern übereinander. Allmählich findet ebenfalls eine gegenseitige Verschiebung und Drehung in der Weise statt, daß der Darm von rechts nach links in die Medianlinie, also unter die Chorda rückt, Schwimmblase und Ductus pneumaticus hingegen mehr auf seine linke Seite, also etwas über und neben ihn. / (F. Moser *03*.)

Beziehungen der Schwimmblase zur Lunge.

Als einst die vergleichende Anatomie in ihren ersten nur makroskopierenden Anfängen begann, ähnlich erscheinende Organe im Wirbeltierkörper zu vergleichen, sah man die Schwimmblase der Fische in manchen Punkten mit der Lunge der höheren Wirbeltiere übereinstimmen, und man fing an sich zu fragen, ob beide Organe etwa einander homolog sein könnten, oder ob die Punkte der Übereinstimmung lediglich auf Analogien beruhen. Und bis heute konnten die führenden Geister den Gedanken nicht bannen, daß Lungen und Schwimmblase homolog seien. Selbst diejenigen, welche die Unterschiede in Bau, Entwicklung und Funktion beider Organe klar erkennen, halten sich in der Regel in ihrer Darstellung ein Hintertürchen offen für den Fall, daß sich eine Homologie beider Organe schließlich doch herausstellen sollte.

Die folgende Wiedergabe der Ansichten einiger Forscher soll die Momente, in denen Schwimmblase und Lunge übereinstimmen, vorführen. Doch seien einige der Hauptpunkte vorangestellt.

1. Beide Organe entwickeln sich als Ausstülpungen aus dem Vorderdarm — aber nicht alle Ausstülpungen des Vorderdarms sind einander homolog.
2. Bei manchen Fischen mündet die Schwimmblase auf der ventralen Seite (Polypterus), bei anderen in den seitlichen Teil (Erythrinus) des Schlundes — aber bei der Mehrzahl der Fische eben doch dorsal.
3. Die Schwimmblase zeigt bei manchen Fischen eine Septenbildung ähnlich niederen Lungenzuständen — aber Septenbildungen treten vielerorts auf, und die Septenbildungen der Schwimmblase sind wohl spät erworbene Einrichtungen.
4. Auch zwischen der einheitlichen Schwimmblase der Fische und der doppelten Lunge der Lungenatmer scheinen Übergangsformen möglich. (Lepidosteus, Ceratodus, Protopterus.)

5. Beide Organe enthalten Gasgemenge — aber von verschiedener Beschaffenheit.
6. In beiden Organen findet Gaswechsel zwischen den Gasen des Raumes und den im Blut enthaltenen Gasen statt — aber in der Lunge findet Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe statt, während in der Schwimmblase in erster Linie Sauerstoff abgegeben (aufgespeichert) wird; es findet also in der Schwimmblase nicht „äußere Atmung" statt, sondern ein Gasaustausch, der vielleicht eher mit dem Gasaustausch zwischen den Gasen des Blutes und den Geweben des Körpers, also mit der sog. „inneren Atmung" verglichen werden kann (OPPEL).
7. Pneumatische Anhänge des Annelidendarmes haben eine ähnliche Bedeutung wie ein Organ, von welchem die Schwimmblase wie die Lunge der Wirbeltiere ihren Ausgangnehmen konnte — aber so gut wie bei niederen Tieren (z. B. den Anneliden) die pneumatischen Anhänge am Darm, können sich ja auch die Anlagen für die Schwimmblase (bei Fischen) und für die Lungen (bei höheren Wirbeltieren) neu gebildet haben.

Gegen die Homologie kann geltend gemacht werden:

1. Die Lungen stellen ventrale, die Schwimmblase (bis auf seltene Ausnahmen) dorsale Ausstülpungen des Darmkanals dar.
2. Die Lungenanlagen zeigen starke und früh ausgesprochene Tendenz zur Verzweigung, die Schwimmblase dagegen nicht.
3. Zu den Lungen besteht venöser Zufluß, zu der Schwimmblase nicht.

Diese Einwände, besonders der erste derselben, bestehen heute noch, wenn auch zu ihrer Widerlegung die geistreichsten Hypothesen aufgestellt wurden, von denen im folgenden die Rede sein wird.

Jedenfalls ist aber eine Homologie zwischen Schwimmblase und Lunge heute nicht erwiesen.

Immerhin scheinen wir gewisse Beziehungen zwischen Kiemen, Schwimmblase, Lungen darin zu bestehen, daß alle diese Organe sich in zum mindesten nahe benachbarten Abschnitten des Darmes anlegen und zwar in einem Abschnitt des Darmes, von dem wir wissen, daß er befähigt ist, respiratorisches Epithel zu bilden. Wie sich aber dieser respiratorische Abschnitt des Darmes in der Wirbeltierreihe gegliedert hat, dies darzustellen ist meine Aufgabe.

/ Am Anfang des letzten Jahrhunderts war die Ansicht die vorherrschende, daß die Schwimmblase der Fische eine verkümmerte Lunge sei, ohne daß hierfür irgend ein Beweis erbracht wurde. Gegen diese Auffassung wandte sich HUMBOLDT (Mémoires d'Arcueil, Tome II), auch CUVIER (Cuvier et Valenciennes. Histoire naturelle des poissons, Vol. II, 1828) wandte sich gegen die herrschende Meinung, indem er ihr jede reelle Basis abspricht. / (F. MOSER *04.*)

/ Ebenso erkannte C. E. v. BAER schon 1835 (siehe im Kapitel: Entwicklung der Schwimmblase), daß die Schwimmblasen der Fische nur eine allgemeine Analogie mit den Lungen höherer Tiere haben. / (C. E v. BAER *35.*)

/ Auch JOH. MÜLLER erklärt, daß die Polypterusschwimmblase (trotz ihrer ventralen Mündung und ihrer Teilung in zwei Säcke) und die Erythrinusschwimmblase (trotz ihrer Mündung in den seitlichen Teil des Schlundes und ihrer zelligen Beschaffenheit der Wände) keine Lungen, sondern Schwimmblasen sind, wobei auf das Verhalten der Blutgefäße hingewiesen wird. / (JOH. MÜLLER *41 b.*)

/ CUVIER entdeckte eine wirkliche zellige Schwimmblase, gleich der Lunge eines Reptils bei Lepidosteus und Amia, J. MÜLLER bei Erythrinus Gronov. In der Familie der Siluroiden kommen mehrere Fälle von zelligen Schwimmblasen vor. Aber auch die zelligen Schwimmblasen sind keine Lungen, denn J. MÜLLER fand, daß ihre Gefäße sich ganz verschieden von denen eines Atemorganes verhalten, daß ihre Arterien aus den Arterien des Körpers entspringen, ihre Venen in die des Körpers zurückgehen. Ebenso ist es an der zelligen Schwimmblase von Platystoma fasciatum und an dem außer der Schwimmblase vorhandenen ventralen Luftkropf bei Tetrodon. Obwohl beide sich als Ausstülpungen aus dem Schlunde entwickeln, sind doch Schwimmblasen und Lungen anatomisch und physiologisch völlig verschieden. Die Schwimmblase und ihr Gefäßsystem kann dem nicht respiratorischen Teil der Atemwerkzeuge verglichen werden. / (J. MÜLLER *42b* und *42a*.)

/ „Gegen die lange vorherrschend gewesene Ansicht, als ob die Schwimmblase den Lungen der höheren Wirbeltiere vergleichbar wäre, haben am schärfsten, mit vollem Rechte, v. BAER und MÜLLER sich ausgesprochen. Physiologischer Charakter der Lungen ist es, daß ihnen venöses Blut zugeführt wird, welches in arterielles umgewandelt, in den Körper zurückkehrt. Allen Schwimmblasen fehlt dieser Charakter anscheinend durchaus. Dagegen liegt es nicht fern, die Schwimmblasen dem Bronchialgerüste der höheren Wirbeltiere zu vergleichen. Namentlich ist ihre Ähnlichkeit mit den oft sehr beträchtlichen zellenlosen hinteren Abschnitten der Ophidierlungen, welche kein respiratorisches Gefäßnetz mehr besitzen, unverkennbar." / (STANNIUS *46*, p. 119 ff.)

/ Die Schwimmblase der Fische darf vom morphologischen Standpunkt aus den Lungen verglichen werden. / (LEYDIG *57*.)

Die Anschauungen von EISIG, BOAS *82* und SAGEMEHL gebe ich zum Teil nach der Darstellung von GÖPPERT *02* folgendermaßen wieder:

/ Im Gegensatz zu C. E. v. BAER *35* treten die meisten späteren Autoren mit wenigen Ausnahmen für die Homologie von Schwimmblase und Lunge ein, in der Art, daß ein ursprünglicher Zustand angenommen wird, von dem aus in divergenter Richtung einerseits die Schwimmblase, andererseits die Lunge entstand. Von dem Wesen einer solchen Ausgangsbildung suchte sich H. EISIG (Über das Vorkommen eines schwimmblasenähnlichen Organs bei Anneliden. Mitt. d. zool. Station zu Neapel, Bd. II, 1881) auf Grund von Beobachtungen pneumatischer Anhänge des Annelidendarmes eine Vorstellung zu bilden. Die sog. Schwimmblasen einzelner Anneliden haben hydrostatische Bedeutung, dienen aber vor allem als Reservoir für Gasmengen, die zeitweilig in dem die Respiration vermittelnden Darm abgeschieden, in den Schwimmblasen aufgespeichert und bei Bedarf wieder abgeführt werden, um der Atmung zu dienen. Eine ähnliche Bedeutung kann man nach EISIG, dem sich BALFOUR hierin anschließt, bei einem Organ voraussetzen, von welchem die Schwimmblase wie die Lunge ihren Ausgang nehmen konnte.

Bei dem Versuch, die Homologie der Lunge und Schwimmblase zu begründen, wird die Verschiedenheit ihrer Lagerung, namentlich ihrer Verbindung mit dem Darmkanal, vor allem in Betracht zu ziehen sein, während die Unterschiede ihrer Gefäßversorgung geringere Bedeutung besitzen. Eine Hypothese, welche die hier sich ergebenden Schwierigkeiten zu beseitigen sucht, gab BOAS *82*. / (GÖPPERT *02*.)

/ Bei Besprechung der Lunge der Amphibien im Verhältnis zu denen der Ganoiden und Dipnoer kommt BOAS zum Schluß, daß die Lunge von Lepidosteus die ursprünglichere Form repräsentiert. Die von Ceratodus wird davon abgeleitet durch die Annahme einer Drehung der Öffnung. Die von Protopterus schließt sich wieder eng an Ceratodus an. Von der Lunge des Ceratodus gelangt man zu derjenigen der Amphibien durch die Annahme einer Drehung derselben rechts um den Darmkanal. Dagegen spricht aber das Verhalten der Gefäße. Zur Erklärung des bei Amphibien und Polypterus repräsentierten Zustandes glaubt BOAS folgendes annehmen zu müssen. Er denkt sich die Lunge von Lepidosteus ihrer ganzen Länge nach gespalten, auch die Öffnung. Die zwei so entstandenen voneinander ganz unabhängigen Hälften rücken voneinander, die Mündungen wandern je nach ihrer Seite, öffnen sich seitlich, dann ventral in den Oesophagus, verschmelzen endlich ventral in der Mittellinie. Zwischen Polypteruslunge und Amphibienlunge besteht übrigens nur Analogie, keine Verwandtschaft; BOAS nimmt daher an, daß derselbe Prozeß zweimal unabhängig voneinander vor sich gegangen ist. / (BOAS *82*.)

Diese Lehre von BOAS hat bei den Nachuntersuchern keinen allgemeinen Anklang gefunden. So äußert sich GEGENBAUR zu derselben folgendermaßen:

/ „Da wir zwar ein Wandern der Mündung des Luftganges, aber keine Teilung desselben, auch keine Entstehung der ersten Anlage der Lungen aus zwei getrennten Hälften kennen, bleibt diese Hypothese ohne sichere Begründung.“ / (GEGENBAUR *01*.)

/ Die von BOAS angenommene Wanderung des Kehlkopfes erscheint nach den Darlegungen von WIEDERSHEIM am Ganoidenkehlkopf (siehe darüber unten) nicht mehr notwendig. WIEDERSHEIM rechnet mit zwei an zwei verschiedenen Stellen (dorsal und ventral) entstandenen Kehlköpfen in der Wirbeltierreihe. / (WIEDERSHEIM *03*.)

/ Mehr auf den Boden der Erfahrung als BOAS stellte sich SAGEMEHL *85*. / (GÖPPERT *02*.)

/ Nach SAGEMEHL stellt die bei Polypterus zu beobachtende, paarige, ventral gelegene Schwimmblase die primitivste, noch existierende Form dieses Organs vor. Von ihr leitet SAGEMEHL die bei den Amphibien und weiter bei den Amnioten vorhandenen Lungen ab. Auf der anderen Seite leitet er auch die Schwimmblase der Teleostier von dem Befunde des Polypterus ab; und zwar entspricht sie nur der linken von den beiden, bereits bei diesem Fisch ungleich großen Schwimmblasen, welche, indem sie eine ausschließlich (oder fast ausschließlich) hydrostatische Bedeutung erlangte, ihre ursprüngliche ventrale Lage gegen eine dorsale vertauschen mußte. Ein Zwischenstadium stellen die Verhältnisse bei Erythrininen vor, deren Schwimmblase zwar schon die definitive Lage erlangte, deren Ductus pneumaticus jedoch nicht vollständig nachgefolgt ist. Auch ist die Gefäßversorgung eine andere geworden, indem die Schwimmblase nicht von der vierten Kiemenvene, sondern von der Aorta aus versorgt wird. — Eine den Teleostiern analoge Reihe bilden die Dipnoer, deren Schwimmblase ebenfalls dorsal gewandert ist, doch nicht auf der linken Seite des Oesophagus, sondern auf der rechten. Die Gefäßversorgung ist bei Dipnoern dieselbe, wie bei Polypterus, nämlich von der vierten Kiemenvene aus. Diese Anschauung scheint SAGEMEHL die Tatsachen besser zu erklären, als die Hypothese von BOAS. / (SAGEMEHL *85*.)

/ Ausgehend davon, daß eine dorsale Ausstülpung des Vorderdarmes eines Wirbeltieres nur einer dorsalen Ausstülpung des Vorderdarmes eines anderen Wirbeltieres homolog sein könne, eine ventrale Ausstülpung nur einer ventralen Ausstülpung, ist ALBRECHT dazu gekommen, das Bestehen einer Homologie der Schwimmblase (supraintestinal) der mit einer Schwimmblase versehenen Fische mit der sogenannten Schwimmblase (subintestinal) des Polypterus und dem Laryngotracheopulmonalapparat (subintestinal) der lungenbesitzenden Wirbeltiere zu leugnen (P. ALBRECHT, Sur la non-homologie des poumons des vertébrés pulmonés avec la vessie natatoire des poissons. La presse médicale belge 1884. N. 46. p. 361—362).

Dagegen hat ALBRECHT folgende Homologie konstatiert:

1. zwischen der sogenannten Schwimmblase (subintestinal) des Polypterus, dem sogenannten Luftsack (subintestinal) mancher Fische (Diodonten und Tetrodonten) und dem Laryngotracheopulmonalapparat (subintestinal) der lungenbesitzenden Säuger,
2. zwischen der Schwimmblase (supraintestinal) der aerocystipheren Fische, dem sogenannten Coecum oesophageum (supraintestinal) der Schweine und dem Diverticulum retropharyngeum (supraintestinal), welches bisweilen beim Menschen vorkommt und an derselben Stelle liegt, wie das Coecum oesophageum der Schweine.

ALBRECHT berücksichtigt auch die ältere Literatur über Schwimmblase und Lunge. / (P. ALBRECHT *85* und *86*.)

/ PARKER glaubt, daß die Schwimmblase der Fische und die Lungen der Dipnoer und höheren Vertebraten homologe Bildungen sind, insofern, als beide als ein Diverticulum vom Pharynx entstehen. / (W. N. PARKER *92*.)

/ Die Schwimmblase bildet eine Art Vorläufer der Lunge. Die Schwimmblase ist ein Divertikel des „Pharynx".

Obwohl die Schwimmblase noch fern davon ist, der Atmung zu dienen, und obwohl sie in der Mehrzahl der Fälle bei den Fischen einen einfachen hydrostatischen Apparat bildet, beginnt die Schwimmblase doch ein Ort des Gasaustausches zu werden. Die in ihr enthaltene Luft zeigt eine andere Zusammensetzung als die atmosphärische Luft (BIOT). / (RENAUT *97*.)

/ Die Kiemen stellen bei den Wirbeltieren den niedersten Zustand der Atmungsorgane vor, den sie ererbt haben. Dagegen sind die Lungen der Atmung günstigere Einrichtungen.

Aus dem niederen Zustande der später die Lungen darstellenden Organe leiten sich andere Organe ab, die noch nicht respiratorisch fungieren, das sind die sogenannten Schwimmblasen der Fische. Wir treffen also die Lungen nicht als solche vom ersten Beginne an, sondern als luftaufnehmende Organe von anderer Bedeutung. Erst allmählich erwerben sie die Befähigung zur Konkurrenz mit den ursprünglichen Atmungsorganen und werden damit zu Lungen. Diese sind also von den Wirbeltieren erworbene Organe, demgemäß bestehen von ihnen auch noch indifferente Zustände, die GEGENBAUR in den Schwimmblasen sieht.

GEGENBAUR sondert schließlich die mit der Kopfdarmhöhle verbundenen Atmungsorgane in zwei Abteilungen: 1. Kiemen, 2. luftaufnehmende Organe: Schwimmblasen und Lungen.

Daß solche Gebilde die Vorläufer der Lunge waren, ist eine zwar naheliegende Annahme, allein es ist nicht sicher erweisbar, zumal auch die Schwimmblasen uns nicht mehr in niederen Formen bekannt sind. Wenn wir es also auch fraglich lassen, ob Schwimmblasen zu Lungen sich umwandelten, indem ihr Gefäßapparat ein anderer ward, so darf

doch für beide in phylogenetischer Hinsicht eine nahe Verwandtschaft behauptet werden als Organe, die bei den Gnathostomen aus der hinteren Region der Kopfdarmhöhle ventral entstanden und in der Aufnahme von atmosphärischer Luft eine gemeinsame Eigenschaft beibehielten, wie mannigfach auch ihre Erscheinung uns entgegentritt. Wir knüpfen daher an die Betrachtung der Schwimmblasen jene der Lungen.

GEGENBAUR möchte die Annahme für berechtigt halten, daß Lungen und Schwimmblasen zwar eine gemeinsame Entstehung aus Ausbuchtungen des Kopfdarms besaßen, daß aber die Wege beider sich sehr frühzeitig voneinander trennten und der eine zur Bildung der Schwimmblase, der andere zur Entstehung der Lunge geführt hat. / (GEGENBAUR *01*.)

/ GÖPPERT schließt: „Aus der Entwicklungsgeschichte sind bisher keine sicheren Folgerungen für die Fragen nach der Homologie der Schwimmblase zu ziehen. Die Homologie zwischen Lunge und Schwimmblase läßt sich vorläufig mit ihrer Hilfe nicht beweisen, aber auch nicht mit Bestimmtheit ausschließen.“ / (GÖPPERT *02*.)

MERKEL *02*, p. 115 bezeichnet die Schwimmblase als einen Vorläufer der Lunge.

/ Schwimmblase und Lungen verfolgen in ihrer ersten Anlage denselben Entwicklungsplan und weichen nur insofern voneinander ab, als die Lungen ausnahmslos aus der ventralen Seite des primären Vorderdarmes hervorwachsen, während dies bei der Schwimmblase nur ausnahmsweise der Fall ist (Polypterus, Calamoichthys). Trotz ihrer Ähnlichkeit in der Genese ist ein Beweis dafür, daß die Lungen sich aus der Schwimmblase phylogenetisch heraus entwickelt haben, bis dato noch nicht erbracht. / (WIEDERSHEIM *02*.)

/ Die von F. MOSER bei der Entwicklung beschriebenen (siehe diese oben p. 126) Drehungen und Verschiebungen von Schwimmblase und Darm deuten auf eine gewisse Labilität der Lagebeziehungen beider zueinander hin, wodurch der so oft hervorgehobene prinzipielle Unterschied zwischen beiden Organen, die dorsale Lage des einen, die ventrale des anderen, an Wert verliert und dieser Unterschied nur noch als ein gradueller erscheint. Die Vermutung naher Beziehungen und gemeinsamen Ursprungs von Schwimmblase und Lunge gewinnen dadurch, wie F. MOSER schließt, sehr an Wahrscheinlichkeit. Ob die ursprüngliche Lage eine ventrale oder dorsale war, läßt sich vorläufig nicht entscheiden. / (F. MOSER *03*.)

/ WIEDERSHEIM präzisiert seine Meinung über das gegenseitige Verhalten der Schwimmblase und Lunge folgendermaßen:

1. Die Schwimmblase von Lepidosteus und Amia einer-, sowie die Lunge des Polypterus, der Dipnoer, Amphibien und Amnioten andererseits entstehen im Bereich eines und desselben Mutterbodens, aus dem Kopfdarm.
2. Dasselbe gilt für den Larynx dorsalis von Lepidosteus und Amia, sowie für den Larynx ventralis von Polypterus, der Dipnoer, Amphibien und Amnioten.
3. Für alle unter No. 1 und 2 aufgeführten Organe kommt die primitive branchiale, resp. pharyngeale Muskulatur und der Vagus in Betracht. Auf Grund des einheitlichen, in der gesamten Zirkumferenz des Kopfdarmes in gleicher Weise zur Verfügung stehenden Bildungsmateriales und der gleichen Innervation können sich alle die genannten Organe sowohl im dorsalen als auch im ventralen Bezirk des Kopfdarmes entwickeln.

4. Geschieht diese Entwicklung dorsal, so ist das Resultat in der Regel eine Schwimmblase. Dieselbe kann aber, falls sie weit vorn, d. h. im Anschluß an die Branchialregion entsteht, unter dem Einflusse der äußeren Lebensbedingungen und unter gleichzeitiger Herausbildung eines mit wichtigen Funktionen betrauten Kehlkopfes eine respiratorische Bedeutung gewinnen. Insofern kann sie als Lunge bezeichnet werden, hat aber als solche mit dem gleichnamigen Organ der Amphibien und Amnioten phylogenetisch nichts zu schaffen.
5. Erfolgt jener Ausstülpungsprozeß des Kopfdarmes ventralwärts, so ist damit der Ausgangspunkt für eine Lunge im gewöhnlichen Sinne des Wortes gegeben, und unter diesen Gesichtspunkt fällt, nach der morphologischen Seite betrachtet, auch schon das bisher als „Schwimmblase" bezeichnete Organ von Polypterus.
6. Der Wanderungshypothese, d. h. einer im Laufe der Stammesgeschichte erfolgten Umlagerung des Larynx dorsalis nach der ventralen Seite, vermag WIEDERSHEIM nicht beizustimmen, da keine Tatsachen bekannt sind, wodurch sie sich stützen ließe.

   Dazu kommt noch der von WIEDERSHEIM an Lepidosiren paradoxa gemachte Befund, wonach hier neben einem Larynx ventralis auch noch die Spuren eines früher vorhandenen dorsalen (Schwimmblasen-) Larynx existieren. Kurz, WIEDERSHEIM betrachtet die ventrale Lage der Lunge als die ursprüngliche, eine Annahme, worin er auch durch das Verhalten der betr. Gefäßverhältnisse des Polypterus und der Dipnoer bestärkt wird.
7. Bei den Sturionen, bei welchen der Ductus pneumaticus eine sekundäre Verlagerung nach hinten bis in die Magengegend erfahren und sich dadurch dem Gebiet der Branchialregion sozusagen entfremdet hat, kann aus eben diesem Grunde von keinem Kehlkopfe mehr die Rede sein.

Die Resultate, zu welchen WIEDERSHEIM durch die Untersuchungen an Polypterus und den Dipnoern gelangt ist, faßt er folgendermaßen zusammen:

1. Der Eingang zum Kehlkopf findet sich bei Polypterus und Protopterus genau median, bei Ceratodus und Lepidosiren dagegen scheinen kleine individuelle Lageschwankungen vorzukommen, derart, daß die betreffende Stelle etwas links oder rechts von der Medianlinie liegen kann.
2. Polypterus, Ceratodus und Lepidosiren besitzen keine knorpeligen laryngealen Stützelemente, wohl aber gewinnen die Kehlkopfwände durch eingelagertes fibröses und elastisches Gewebe einen hohen Grad von Härte und Resistenz. In histologischer Hinsicht stimmt das Gewebe mit den Stützelementen des Lepidosteus- und Amiakehlkopfes überein.
3. Bei Polypterus und den Dipnoern, wo sich die Differenzierung der Kehlkopfmuskulatur im ventralen Konstriktorgebiet vollzieht, liegen bereits Verhältnisse vor, welche zu den niederen Urodelen überleiten, worauf schon H. B. POLLARD hingewiesen hat.
4. Bei Polypterus sowohl wie bei Lepidosteus macht die von der Regio pharyngea sich ausspinnende quergestreifte Muskulatur im Kehlkopfgebiet nicht Halt, sondern wächst, die ganze Lunge überziehend, kaudalwärts aus. Daraus entsteht bei Polypterus ein kontinuierlicher fleischiger Hohlzylinder, während es bei

Lepidosteus in der Lungenwand zu einer z. T. segmentalen Anordnung von reich differenzierten Muskelbalken kommt.

5. Protopterus stellt hinsichtlich des Entwicklungsgrades seines Kehlkopfes das letzte Glied einer Kette dar, die mit den Crossopterygiern beginnt und deren Zwischenglieder durch Ceratodus und Lepidosiren repräsentiert werden.

Die relativ hohe Entwicklungsstufe des Protopteruskehlkopfes spricht sich vor allem durch die Existenz von knorpeligen Stützelementen aus. Es handelt sich dabei allerdings im wesentlichen um Faserknorpel, jedoch ist an manchen Stellen auch die Stufe eines zellenreichen („jugendlichen") Hyalinknorpels erreicht. Allein, wenn dies auch nicht der Fall wäre, so läge doch darin kein genereller Unterschied von dem histologischen Verhalten des Kehlkopfes niederer Urodelen, welchen doch niemand den Besitz eines Kehlkopfes deswegen absprechen wird, weil es sich dabei nur um faserknorpelige Elemente handelt. — Die betreffenden Knorpel will WIEDERSHEIM (nicht vom 5. oder 6. Kiemenbogen ableiten, sondern) im Sinne von WILDER auf einen in der Raphe des pharyngealen Konstriktors sich abspielenden Chondrifikationsprozeß, d. h. also auf Muskelwirkung zurückführen, wenn er auch vorläufig nicht zu entscheiden vermag, wo die Wahrheit liegt. Es ist nicht entschieden, ob die von WILDER angenommene Nichthomologie zwischen den laryngealen Stützknorpeln von Protopterus und den Aryknorpeln, d. h. der Cartilago lateralis der Amphibien, tatsächlich existiert.

Als wichtigstes Ergebnis seiner Untersuchungen hebt WIEDERSHEIM endlich hervor, daß man künftighin in der Wirbeltierreihe mit der Existenz von zwei in verschiedenen Lageverhältnissen befindlichen, im Bereich des Kopfdarmes gelegenen Kehlköpfen, einem Larynx ventralis und einem Larynx dorsalis, zu rechnen hat. — WIEDERSHEIM zieht die Bezeichnung „dorsaler" Kehlkopf vor und sagt nicht: oberer Kehlkopf, weil dieser Name bekanntlich in der Anatomie der Vögel bereits vergeben ist. Bei den letzteren kommt dann noch der untere Kehlkopf (Syrinx) als das eigentliche Stimmorgan in Betracht, und angesichts dieser Tatsache sind also bei den Vertebraten künftighin drei Kehlköpfe zu unterscheiden. (WIEDERSHEIM *04a*.)

GÖPPERT gibt in seiner Untersuchung über Protopterus annectens (OWEN) eine eingehende Prüfung des Einganges zum Luftweg der Dipnoer und eine Vergleichung seines Aufbaues mit dem des Kehlkopfes höherer Formen. Eine kurze Angabe seiner Ergebnisse findet sich im HERTWIGschen Handbuche der Entwicklungsgeschichte (Bd. II, p. 87 und 93, 1902); auf die eingehende Schilderung in HAECKELS Festschrift sei besonders verwiesen, da GÖPPERTS Resultate sich von denen WIEDERSHEIMS wesentlich unterscheiden. Vor dem Aditus laryngis liegt eine aus weißlichem, festem Gewebe bestehende „Stützplatte". Die Stützplatte besteht aus Bindegewebe, nicht aus Faserknorpel, wie frühere Untersucher meinten. In der Nachbarschaft des Aditus laryngis und in der Wand des Ductus pneumaticus findet sich keine Spur von Stützelementen, worin sich GÖPPERT in Widerspruch zu R. WIEDERSHEIM (siehe jedoch unten p. 134 f.) befindet und sich W. N. PARKER anschließt. Wenn nun auch von histologischer Seite (GÖPPERT fundiert hier auf den Untersuchungen von MÖRNER, SCHMIEDEBERG, WOLTERS, MORAWITZ, HANSEN, SCHAFFER, STUDNIČKA, SRDÍNKO, und von älteren Autoren VAN DER STRICHT, LEYDIG, GEGENBAUR, TILLMANNS) keine Bedenken erhoben werden könnten, wenn jemand versuchen wollte, die Stützplatte von Protopterus

und Lepidosiren zu weiter reichenden phylogenetischen Spekulationen über die Entstehung des Kehlkopfskelettes der Amphibien und Amnioten zu verwerten, so scheinen doch GÖPPERT die allgemein morphologischen Verhältnisse einem solchen Beginnen nicht günstig zu sein. Es fehlen völlig die Anhaltspunkte, um die Stützplatte und die Cartilagines laterales in genetische Verbindung miteinander zu bringen, da die Cartilagines laterales und ihre Abkömmlinge zur Seite des Luftweges liegen, in einer Gegend, wo bei Protopterus tatsächlich keine Spur von Skelettelementen zu finden ist (GÖPPERT gegen WIEDERSHEIM). Ebenso würde es andererseits die willkürliche Annahme weitergehender Umgestaltungen erfordern, wenn man den Epiglottisknorpel der Säugetiere von der Stützplatte des Protopterus ableiten wollte.

Ferner findet GÖPPERT, daß eine weite Kluft besteht (Einzelheiten siehe in der Originalarbeit) zwischen den Kehlkopfmuskeln von Protopterus, wohl überhaupt der dipneumonen Dipnoer, und denen der Amphibien und Amnioten. Auf der anderen Seite bietet die vergleichende Untersuchung der Amphibien die Möglichkeit einer ungezwungenen Beurteilung aller Teile des Kehlkopfes. Die Muskeln sind Wiederholungen der Muskulatur der Kiemenbogen, die letzten in der Reihe der Levatores und Interbranchiales. Das Skelettstück ihrer Insertion, die Cartilago lateralis, wird durch sie als Abkömmling des Visceralskelettes gekennzeichnet (GEGENBAUR 1892, WILDER 1892). Während zuerst der 5. Kiemenbogen hierfür in Anspruch genommen wurde, zeigte L. DRÜNER (1901), daß höchstens der 6., möglicherweise der 7. oder ein späterer heranzuziehen ist. Damit wird die Erwerbung von Skelett und Muskulatur seitens des Luftweges in sehr frühe Perioden der Phylogenese verlegt.

Diese einleuchtende und einfache Betrachtungsweise scheint GÖPPERT vor einem Versuche, Skelett und Muskelapparat des Kehlkopfes der höheren Formen von einem Protopteruszustande aus zu erklären, unbedingt den Vorzug zu verdienen.

„Damit kommen wir also zu der Vorstellung, daß bei den Vorfahren des Protopterus und der Amphibien zur Ausstattung des Einganges zum Ductus pneumaticus verschiedene Wege eingeschlagen wurden. Bei ersteren ward ein Constrictor pharyngis, in den voraussichtlich die Muskeln hinterer, geschwundener Visceralbogen aufgegangen sind, zur Quelle für den Dilatator laryngis, während der Schließmuskel nur einen Teil der glatten Muskulatur des Luftweges bildet. Eine Verdichtung im Bindegewebe der Submucosa des Vorderdarmes vor dem Aditus laryngis formierte eine Stützplatte, die zum Teil wenigstens auch für die Kehlkopfmuskeln Ansatzstellen bietet. In der Vorfahrenreihe der Amphibien dagegen trat ein hinterer Kiemenbogen samt seiner Muskulatur in den Dienst des Kehlkopfes, ward zur Cartilago lateralis, während seine Muskeln die Laryngei als Schließmuskeln, den Dorso-pharyngeus (Levator) als Dilatator lieferten. Dabei kann das Material für den Pharyngo-laryngeus dem gleichen Körpersegment entstammen, wie etwa die Dorso-pharyngei oder die Mm. laryngei, denn, wie wir eben noch anführten, ist es sehr wohl denkbar, daß die Cartilago lateralis aus einem Kiemenbogen hervorgegangen ist, der auch bei Protopterus nicht mehr vorliegt, dessen Muskeln jedoch an der Bildung des Constrictor pharyngis Anteil haben." (GÖPPERT *04*.)

Die gegenteiligen Behauptungen GÖPPERTs (siehe oben p. 133f.), betreffend den von WIEDERSHEIM (siehe oben p. 133 und unten p. 138) im Bereich des Dipnoerkehlkopfes beschriebenen Knorpel veranlaßten

letzteren auf Grund neu angefertigter Serienschnitte nochmals ans Werk zu gehen. WIEDERSHEIM erkannte nun, daß er und andere sich getäuscht und die zirkumskripten, kernreichen, quergeschnittenen Bündel des von GÖPPERT nachgewiesenen, aus glatter Muskulatur bestehenden Sphincter laryngis für zersprengte Teile eines kernreichen Faserknorpels gehalten hatten.

Ob dagegen der Einwurf GÖPPERTS, daß es a priori ausgeschlossen sei, von den Kehlkopfmuskeln der dipneumonen Dipnoer zu denjenigen der Amphibien und Amnioten einen Übergang zu finden, berechtigt ist, bedarf WIEDERSHEIMS Ansicht nach noch einer genauen Prüfung./ (WIEDERSHEIM *04 b.*)

'In ihrer ausführlichen Mitteilung (die Ergebnisse der ersten Mitteilung siehe oben p. 126) berücksichtigt F. MOSER eingehend die Literatur über die vielumstrittene Frage, in welchen Beziehungen die luftführenden Organe der Wirbeltiere, die Schwimmblase einerseits, die Lungen andererseits zueinander stehen. Nach eingehender Schilderung der eigenen Befunde wird darauf hingewiesen, wie sehr durch die während der ontogenetischen Entwicklung beobachtete Wanderung der Schwimmblase um den Darm die Hypothese der phylogenetischen Wanderung der Schwimmblase an Wahrscheinlichkeit gewinnt. Man braucht sich die Drehung der Schwimmblase der Bachforelle z. B. nur etwas fortgesetzt zu denken, so kommt man zu der seitlichen Lage, wie sie die Schwimmblase der Erythrinen aufweist. Ist eine Drehung so weit möglich gewesen, so läßt sich kaum ein Grund angeben, warum sie nicht noch weiter fortschreiten könnte, und schließlich zu einer vollständig ventralen Lagerung führen, wie sie die Schwimmblase von Polypterus bichir aufweist. Wenn nun auch die Möglichkeit einer Wanderung der Schwimmblase während der ontogenetischen und phylogenetischen Entwicklung nachgewiesen ist, so kann doch über die ursprüngliche Lage und die ursprüngliche Richtung dieser Wanderung nichts gesagt werden nach dem vorläufigen Stand unseres Wissens. Wahrscheinlich war die Wanderung der Schwimmblase, resp. des Luftganges ursprünglich eine passive (durch die Drehung des Darmes um seine Achse), nicht eine aktive, was weder von ALBRECHT und SAGEMEHL noch von BOAS in Betracht gezogen wurde./ (F. MOSER *04.*)

Von einer neuen Seite gingen an die Frage WEBER und BUVIGNIER heran, indem sie die morphologische Bedeutung der Lunge durch eingehende embryologische Untersuchung zu ergründen suchten, und dabei auf die von früheren Autoren zwar schon geäußerte, aber noch nicht endgültig bewiesene Wahrnehmung geführt wurden, daß die Entwicklung der Lunge von den Kiemen ausgeht. WEBER und BUVIGNIER fassen ihre wichtigsten Ergebnisse (weitere Ausführungen der beiden Autoren siehe an anderen Stellen dieses Lehrbuches) folgendermaßen zusammen:

/GÖTTE *75* sucht als erster im Kiemenapparat den Ursprung der Lunge. Er fand, daß sich bei Anuren die Lungenanlagen unmittelbar hinter der letzten entodermalen Kiementasche bilden, und zwar als zwei seitliche sackförmige Ausstülpungen. GÖTTE hält den Ursprung der Lungensäcke von ausgebildeten Kiementaschen für sehr wahrscheinlich.

FOL kommt (Étude d'un embryon humain Recueil, zool. suisse, T. I, 1884) für den Menschen, auch bei Reptilien, zu denselben Schlüssen, wie GÖTTE bei Amphibien.

KASTSCHENKO (Das Schlundspaltengebiet des Hühnchens. Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt. 1887) stützt diese Hypothese durch seine

Untersuchungen über die Entwicklung des entodermalen Kiementerritoriums beim Hühnerembryo. Die Lungenanlage wäre nur der hinterste Teil der respiratorischen Schläuche, welche weiter vorn die Kiemenspalten liefern würden. Es würde also eine vollständige Homologie zwischen den Kiemen und den Lungensäcken bestehen; die beiden Arten von Organen wären definitiv identische Teile ein und derselben Bildung.

Diese letztere Theorie, gestüzt auf die ontogenetische Untersuchung der Lungen und der Kiemen, scheint WEBER und BUVIGNIER die am besten gestützte zu sein.

WEBER und BUVIGNIER kommen zu folgenden Resultaten:

1. Die Anlage der Lungensäcke bei Vögeln und Säugetieren ist paarig, bilateral, frühzeitiger als die des Ductus laryngo-trachealis bei den Embryonen der Tiere, welche ein ursprüngliches Verhalten ihrer Entwicklung zeigen (Ente).
2. Die Lungenknospen zeigen bei letzteren Tieren dieselbe Lage auf den lateralen Wänden des Verdauungsrohres, wie die entodermalen Kiementaschen; aber das Darmsegment, welches die ersten Rudimente der Lungen entstehen läßt, bildet sich langsamer als das, welches sich zur Kiemenregion entwickelt.
3. Die Lungen wären also nicht tatsächlich existierende und umgebildete Kiementaschen, sondern würden von dem Wiedererscheinen dieser entodermalen Ausstülpungen in einer Gegend des Darmrohres herkommen, welche bei den Vorfahren der heutigen Vertebraten Kiemen getragen hat.
4. Bei den Tieren, deren erste Entwicklungsphasen sehr beschleunigt sind, kann man tatsächlich eine Verlagerung der Lungenanlage wahrnehmen, bedingt durch ein Phänomen von Tachygenese. Von lateralen, was sie waren, tendieren die Rudimentknospen der Hauptbronchen zu ventralen auf der Darmwand zu werden./ (WEBER und BUVIGNIER *03e.*)

/Endlich hat SPENGEL es versucht, Lungen und Schwimmblasen zum System der Visceraltaschen in Beziehung zu setzen. Eine sorgfältige Analyse und umsichtige Synthese der ihm bekannten Tatsachen führen ihn zu der Annahme, daß die ursprünglich in größerer Anzahl vorhandenen Visceraltaschen bei höheren Wirbeltieren keineswegs vollkommen verschwunden seien, daß sie vielmehr unter Verwendung für eine andere Funktion weiter ausgebildet und umgewandelt worden sind und damit eine Gestalt angenommen haben, in der sie sich der unmittelbaren Erkennung entziehen. Sie könnten, um es kurz zu sagen, zu Luftsäcken geworden sein. Wie SPENGEL aus seinem kürzlich erschienenen „Lehrbuch der Zoologie" ersieht, ist auch GOETTE auf diesen Gedanken geführt worden, und daß er auch GEGENBAUR nicht ferngelegen hat, dürfte aus einer Bemerkung in seiner „Vergl. Anatomie der Wirbeltiere" (Vol. II, p. 267) hervorgehen, wo er von der Entstehung der Lungen „im Anschluß an die Kiemen" spricht. Nach SPENGELS Annahme wäre ursprünglich ein Paar von Taschen vorhanden gewesen. Da nun aber die Luftsäcke der Fische auch da, wo sie paarig sind, immer durch eine gemeinsame Öffnung in den Darmkanal einmünden, so werden wir genötigt, anzunehmen, daß eine Verschmelzung der inneren Enden dieser beiden Taschen eingetreten ist. Man kann sich dafür auf die allgemeine Tatsache berufen, daß die inneren Öffnungen der Visceraltaschen regelmäßig nach hinten zu näher aneinanderrücken. Dieser Prozeß braucht also nur einen Schritt weitergeführt zu sein, um die beiden Öffnungen der hintersten

Visceraltaschen zum Zusammenfließen zu bringen. SPENGEL führt hierfür in den fünften, zu zwei blindsackartigen, mit einer gemeinsamen Öffnung in den Darm mündenden sog. Pharyngealtaschen entwickelten Visceraltaschen der Scariden sogar einen konkreten Fall an, wenn auch diese Pharyngealtaschen physiologisch in anderer Richtung entwickelt sind, indem sie zur Aufspeicherung von Nahrung dienen, welche bei diesen merkwürdigen Fischen einer Art von Wiederkäuung unterliegt. Nachdem die Verschmelzung eingetreten ist, haben wir die Luftsäcke in einem Zustande vor uns, der dem anatomischen Befunde bei den Crossopterygiern genau entspricht. Auf dieser Grundlage scheidet natürlich die Frage, ob der unpaare Zustand und die dorsale Lage des Luftsackes ursprünglich gewesen sein könnte, von selbst völlig aus der Diskussion aus. / (SPENGEL *04.*)

Die Lehre von SPENGEL erscheint mir besonders deshalb verlockend, weil man dabei (bei der Abstammung aus dem Kiemengebiet) annehmen könnte, daß die Funktion einer Schwimmblase von Anfang an neben einer hydrostatischen Hauptkomponente noch eine respiratorische Nebenkomponente enthält, welche im Sinne des DOHRNschen Prinzips die vorherrschende geworden sein könnte, um aus einer Schwimmblase eine Lunge hervorgehen zu lassen.

Für die Lehre von SPENGEL ist jedoch der Nachweis erforderlich, daß sowohl die Lungen als auch die Schwimmblase aus den Visceraltaschen hervorgehen. Für die Lunge scheint diese Annahme besonders durch die Untersuchungen von WEBER und BUVIGNIER (siehe oben) gut gestützt. Daß sich aber auch die Schwimmblase in Abhängigkeit von den Kiementaschen entwickelt, womit SPENGEL bereits rechnet, — bliebe erst nachzuweisen.

Ich kann daher diesen Abschnitt mit den von mir unlängst geäußerten Worten beschließen: / „Wir wissen, daß Lungen von Schwimmblasen, wie sie den heute lebenden Fischen zukommen, nicht abstammen. Wir wissen, daß der Mutterboden, welchem Lungen und Schwimmblasen entstammen, ein nahe verwandter und räumlich zum mindesten benachbarter ist. Ob aber schließlich ein engster Bezirk ein einziges (oder zunächst paariges, später verschmelzendes) Gebilde entstehen ließ, etwa eine sackförmige Ausstülpung einer Kiementasche, aus der sich dann bei niederen Vertebraten die Schwimmblase, bei höheren die Lunge entwickelt hätte, dies wissen wir noch nicht mit Bestimmtheit, und darüber muß weiter gearbeitet werden.“ / (OPPEL *04.*)

Selachii.

/ Die einzigen positiven Nachrichten über das Vorkommen einer Schwimmblase bei Selachiern finden sich bei N. MIKLUCHO-MACLAY (Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturw. p. 448–453, Taf. 10, 1867) für Galeus, Mustelus und Acanthias. Die Lehrbücher von Ruf äußern sich darüber reserviert oder zweifelnd. (GEGENBAUR, WIEDERSHEIM, BALFOUR, HADDON).

MIKLUCHO läßt das Organ fehlen bei jungen und alten Rochen (Raja, Torpedo, Trygon) sowie bei anderen untersuchten Selachiern. Es fehlt nach P. MAYER auch bei Scyllium canicula, Squatina, Carcharias glaucus, Pristiurus und Heptanchus.

Nach P. MAYER „ist die Tasche kein rudimentäres Organ, sondern ist wenigstens bei Mustelus auch an erwachsenen Tieren groß und deutlich“. Ferner existiert sie nicht allein, sondern es gibt auch ventral zwei ihr ganz ähnliche, die ebenfalls lediglich Taschen der Schleimhaut sind.

Für Acanthias und Galeus canis bezweifelt P. MAYER das Vorkommen der Tasche.

Die Wände der Taschen unterscheiden sich vom gewöhnlichen Epithel des Oesophagus nur dadurch, daß ihre Zellen weniger hoch und schmal, mehr kubisch sind, daß die Becherzellen relativ selten und die Cilien der Flimmerzellen relativ länger sind, endlich, daß die Schicht rundlicher (Ersatz-) Kerne, welche sonst im Oesophagus sich überall an der Basis der funktionierenden Zellen hinzieht, in den Taschen auf die tiefsten Stellen der Falten beschränkt ist.

Es scheint P. MAYER kein Grund vorzuliegen, nur die dorsale Tasche, nicht auch die beiden ventralen als ein rudimentäres Organ zu betrachten, und so dürfte wohl der ganze Passus aus den Lehrbüchern der vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte bald verschwinden. Es sei denn, man wollte MIKLUCHO noch überbieten und die ventralen Taschen als die beiden rudimentären Lungen ansehen./ (P. MAYER *94*.)

/Eine Schwimmblase fehlt den Selachiern und Holocephalen./ (VOGT und YUNG *94*, p. 526.)

/Bei Selachiern (Galeus) will GEGENBAUR eine Tasche, welche dorsal in den Oesophagus mündet, hierher beziehen. Da das Organ nur bei jungen Tieren vorhanden, bei älteren verschwunden ist, wird es als rudimentäres Organ zu deuten sein, wobei es nur fraglich bleibt, wie der ausgebildete Zustand sich verhielt und ob es je einen solchen besessen hatte./ (GEGENBAUR *01*.)

Ganoidei.

/Schwimmblasengang: Bei Amia und Lepidosteus ist die Öffnung des Schwimmblasenganges in den Schlund mit zwei Falten versehen, welche durch die quergestreifte Muskulatur, die sich in ihnen findet, einander genähert werden können, nach Art einer Glottis.

Bei Acipenser findet sich kein derartiger Mechanismus./(MACALLUM *86*.)

/WIEDERSHEIM untersuchte den Kehlkopf der Ganoiden und Dipnoer und fand, daß bei Protopterus und zweifellos bei sämtlichen Doppelatmern, sowie bei Polypterus im Bereich der Glottis ein Muskelapparat existiert, der in einen Verengerer und Erweiterer zerfällt. Die betreffenden Muskeln lassen sich auf die interbranchiale Muskulatur der hintersten Kiemenbogen bezw. auf einen M. dorso- und hyo-pharyngeus im Sinne der geschwänzten Amphibien zurückführen. Bei Polypterus wurden stützende Gewebselemente im Bereich der Glottis nicht gefunden, während sich solche bei Protopterus trotz der Anwesenheit eines fünften Kiemenbogens (WIEDERSHEIMS spätere Angabe siehe oben p. 134 f.) nachweisen ließen. In der breiten fibrösen Raphe des Konstriktors bezw. des Dilatators von Polypterus ist das Homologon des zungenförmigen Faserknorpels von Protopterus zu sehen. Beide Bildungen sind Produkte des Muskelzugs, und letzterer ist hier, unter Ausschluß branchialer Skelettelemente, als das wichtigste Kausalmoment für die Genese eines laryngealen Stützapparates zu betrachten. Der dorsal liegende Kehlkopf von Lepidosteus und Amia ist, was die Muskulatur und die Innervation betrifft, sozusagen das getreue Spiegelbild des ventralen Kehlkopfes von Protopterus, Polypterus und weiterhin der Perennibranchiaten. Der Mutterboden und das Innervationsgebiet sind ventral wie dorsal dieselben, und man begreift, wie die Natur es fertig bringen konnte, in Anpassung an bestimmte physiologische Bedingungen zweimal, an zwei verschiedenen

Stellen denselben komplizierten Apparat hervorzubringen. (Die von BOAS und anderen angenommene Wanderung des Kehlkopfes erscheint demnach nicht mehr notwendig.) Wir haben demnach künftighin in der Wirbeltierreihe mit der Existenz von zwei in verschiedenen Lageverhältnissen befindlichen, im Bereich des Kopfdarmes gelegenen Kehlköpfen, einem Larynx ventralis und einem Larynx dorsalis, zu rechnen. Zu diesen beiden oberen Kehlköpfen kommt dann noch der bei Vögeln vorhandene untere Kehlkopf (Syrinx).

Die Funktion des Larynx dorsalis ist, die Schwimmblase gegen das äußere Medium abzuschließen, und dabei ist wohl zu beachten, daß, wie zahlreiche Experimente gezeigt haben, die Schwimmblase von Lepidosteus und Amia als Lunge, als Respirationsorgan dient (weitere Oxydation des zur Lunge strömenden arteriellen Blutes). / (WIEDERSHEIM *03*.)

/ GEGENBAUR beschreibt die Muskulatur der Ganoidenschwimmblase, die in dem Balkenwerk enthalten ist. Auch bei Polypterus ist eine solche, aber als kontinuierlicher Überzug in schrägen, sich zum Teil kreuzenden Zügen vorhanden (J. MÜLLER), nicht minder bei Amia. Sie besteht bei allen aus quergestreiften Elementen, wie F. E. SCHULZE anführt.

Beim Acipenser dagegen trifft man glatte Muskulatur als eine zusammenhängende Lage in der äußeren Faserschicht. Die Auskleidung der Schwimmblase von Polypterus und von Acipenser bildet wimpertragendes Zylinderepithel (LEYDIG). / (GEGENBAUR *01*.)

Acipenser. / Die Schwimmblase von Acipenser sturio ist äußerst groß, weit und dickwandig. Ihr Gang ist weit, so daß sie einem darmähnlichen Sacke und Anhange des Oesophagus ähnlich ist. Muskelfasern zeigt sie nicht deutlich. / (A. F. J. C. MAYER *35*, p. 17.)

/ LEYDIG untersuchte Acipenser nasus und Acipenser Nacarii. Das Epithel der Schwimmblase ist Flimmerepithel (auch LEYDIG *53 b*), die Zellen sind von klarer Beschaffenheit, nur gegen die Ausmündung der Schwimmblase nach dem Magen zu wird ihr Inhalt mehr körnig. Die Schwimmblase des Störs mündet mit einem geräumigen Ductus pneumaticus in den Tractus intestinalis, und zwar in die dorsale Wand des Magens. Die Schwimmblase des Störs darf füglich vom morphologischen Gesichtspunkt aus für eine Ausstülpung des Darmkanales angesehen werden, sie hat auch die drei Straten desselben: einen Bauchfellüberzug, eine Muskelschicht und eine Schleimhaut. Die Bauchfellumkleidung besteht aus Bindegewebe, das reichlich von schwarzem Pigmente durchsetzt ist, die Muskellage ist nicht besonders dick und hat dieselben glatten Elemente wie Magen und Darm. Die Schleimhaut, welche die stärkste Lage an der Schwimmblase vorstellt, hat in der frischen Schwimmblase ein atlasartig glänzendes Aussehen, sie ist sehr weich und beim Versuche, sie mit der Pinzette abzuziehen, blättert sie sich in kleinen spindelförmigen oder nadelähnlichen Massen ab, noch leichter fällt sie in dergleichen kleine Trümmer auseinander, wenn man sie mit Wasser befeuchtet. Die faserartigen Massen sind eine modifizierte Form der Bindesubstanz, wofür besonders ihr Verhalten gegen Essigsäure spricht, sie werden dann sehr blaß und aufgequollen und Kernfaserbildungen, nach der Länge verlaufend, werden sichtbar. Es darf wohl angenommen werden, daß gerade dieses eigentümliche Bindegewebe die Schwimmblase der Störe zu einem so geschätzten Leim verwenden läßt. Die Flimmerzellen gehen nicht über den Ductus pneumaticus hinaus; im Magen und Darm findet sich einfaches Zylinderepithel. / (LEYDIG *53*a, p. 28 ff.)

Die Beschreibung der spindelförmigen Fasern in der Störschwimmblase durch F. E. SCHULZE und GEGENBAUR siehe oben p. 114.

Den Angaben LEYDIGS entsprechend fand auch ich Flimmerepithel in der Schwimmblase von Acipenser sturio und zwar durch den ganzen Ductus pneumaticus bis dorthin, wo die ersten Magendrüsen beginnen. Es kleidet alle Faltungen des Ductus pneumaticus aus und ist zwei- bis dreizeilig. Die spindelförmigen Fasern erwiesen sich für die Mikrotomierung nach Paraffindurchtränkung sehr spröde. Doch ließ sich feststellen, daß der Ductus pneumaticus von dieser Schicht zunächst freibleibt und daß dieselbe bei ihrem Auftreten adluminal von den vom Darme her sich über den Ductus pneumaticus auf die Schwimmblase fortsetzenden Muskelschichten liegt. Die Anordnung der letzteren ist im Ductus pneumaticus keine so regelmäßige wie im Darme, indem vor allem die starke innere Ringschicht sich auflockert und so ein sich in die Schleimhaut in wechselnder Anordnung und Ausdehnung erstreckendes Flechtwerk von Bündeln entstehen läßt.

Polypterus: / Bei Polypterus bichir mündet die Schwimmblase an der ventralen Seite des Schlundes. Die Glottis führt in eine unpaarige Höhle, von welcher die beiden langen Schwimmblasensäcke mit weiten Mündungen abgehen. Diese Blasen, von denen die rechte länger ist, sind mit einer Muskelschicht allseitig bedeckt, muskuläre Schleifen bilden an der Öffnung in den Schlund eine Art Sphincter. Ihre innere Haut zeigt keine Zellen, sondern nur ganz feine Längsfältchen. Aus dem Verhalten der Blutgefäße geht hervor, daß es (trotz ihrer ventralen Mündung) keine Lungen sind, sondern Schwimmblasen. / (J. MÜLLER *41b.*)

/ Die Schwimmblase des Polypterus ist bekanntlich doppelt und besteht aus zwei ungleich langen Säcken, welche vorn zu einer kurzen gemeinsamen Höhle zusammenfließen und diese Höhle öffnet sich, wie zuerst JOH. MÜLLER gezeigt hat, abweichend von allen Fischen nicht in die obere, sondern wie eine Lunge in die ventrale Wand des Schlundes durch einen langen Schlitz. Jede Schwimmblase besteht aus einer Muskelhaut und einer Schleimhaut. Die Muskelbündel der Muskelhaut sind quergestreift, sie haben eine mittlere Breite und laufen in zwei sich kreuzenden Lagen schräg um die Schwimmblase. Die Schleimhaut, welche aus gewöhnlicher Bindesubstanz besteht, hat zwar keine zellige Innenfläche, aber dichtstehende, im allgemeinen nach der Länge verlaufende schmale Falten oder richtiger Wülste, da sie auch an der abgezogenen Schleimhaut unverändert bleiben und vielleicht von den Blutgefäßen herrühren, die hier oberflächlich liegen. Das Epithel ist ein geschichtetes Zylinderepithel mit Cilien. Da bei den eigentlichen Knochenfischen das Schwimmblasenepithel flimmerlos ist, beim Stör dagegen flimmert, so scheint es LEYDIG, als ob flimmernde Schwimmblasen mit zu einem exklusiven Charakter der Ganoidengruppe werden könnten. / (LEYDIG *54a.*)

/ Bei Polypterus gleicht die sogenannte Schwimmblase nach PERRIER (Traité de Zoologie, fasc. 6, Poissons, Masson, Paris 1903) sehr den Lungen der Dipnoer. / (WEBER und BUVIGNIER *03c.*)

Lepidosteus: / VAN DER HOEVEN gibt eine makroskopische Beschreibung der Schwimmblase von Lepidosteus osseus, besonders des zelligen Baues derselben. Die Glottis führt zu einem häutigen Teil (HENLES Stimmlade), welcher an seinem Anfange knorpelartig zu sein scheint und sich in der Mitte der Blase dort fortsetzt, wo die aponeurotische Rückenlinie verläuft. An beiden Seiten dieser Linie sieht man

muskulöse Fasern (Dissepimenta) ausgehen, welche zirkuläre Höhlen umschreiben. Es gibt deren jederseits ungefähr 22, sie bilden so eine doppelte Reihe von Bogen. Diese Räume oder Taschen bilden nicht die eigentlichen Zellen, aber jede Tasche zeigt inwendig ein feines Netz von Parietalzellen, welche von der Schleimhaut der Schwimmblase gebildet werden. Die Glottis mündet dorsal in den Oesophagus. / (VAN DER HOEVEN *41*.)

/ Die Schwimmblase des Lepidosteus, die durch eine weite, schlitzförmige Glottis in die Rückenwand des Oesophagus einmündet, besitzt an ihrer inneren Oberfläche ein sehr stark entwickeltes Netz von Muskelbündeln, die von einem oberen medianen Längsstreifen der Schwimmblase ausgehen, und an einem ähnlichen, an der unteren Wand der Schwimmblase befindlichen, endigen. Das Netzwerk besitzt eine täuschende Ähnlichkeit mit Lungenparietalzellen. Die Maschen dieses Netzes sind, eine Linie circa im Durchmesser haltend, mit einem Pflasterepithel überkleidet, welches auch die größeren und kleineren Muskelbündel, sowie deren sehnige Ausläufer überzieht. Nerven erhält die Schwimmblase vom Vagus. Das Blutgefäßnetz ist kein respiratorisches, wie es aus der Ähnlichkeit der Lepidosteuslunge mit jener von Lepidosiren zu vermuten gewesen wäre. Vielmehr erhält die Schwimmblase nur rotes Blut und schickt schwarzes in das Körpervenensystem zurück. / (HYRTL *52*.)

/ Die Schwimmblase von Lepidosteus ist 45 cm lang und öffnet sich in das Darmrohr durch eine spaltähnliche Mündung, dorsal in der Medianlinie unmittelbar hinter den Epipharyngealzähnen. Jede Lippe dieser Mündung wird durch ein Muskelpolster gebildet. Die Schwimmblase besitzt zwei kurze vordere Hörner und läuft nach hinten spitz zu; sie zeigt keine Anzeichen einer Trennung in zwei Teile. Dorsal verläuft an ihr ein Bindegewebsband, von welchem jederseits in Intervallen von ungefähr 12 mm Muskelbänder nach außen zu den Seitenwänden ziehen und sich dann in zahlreiche netzförmige Bildungen ausbreiten, welche die Schwimmblase innen auskleiden. Durch Kontraktion dieser Muskeln kann die Höhle der Schwimmblase stark verkleinert werden. Die größten Muskelbänder umgeben eine Reihe von mehr oder weniger vollständigen Kammern (etwa 27 jederseits), welche auf die Seite beschränkt sind. Das ganze Organ hat den charakteristischen Bau einer einfachen Lunge. / (BALFOUR and PARKER *82*.)

/ **Amia.** Amia calva hat in der Schwimmblase Flimmerepithel. / (HOPKINS *92*.)

/ Die Schwimmblase wird nach PIPER bei Amia als langgestreckte, dorsalwärts ausgestülpte Falte der dorsalen Oesophagus- und Magenwand angelegt. Sie schnürt sich in caudo-cranialer Richtung vom Intestinalrohr soweit ab, bis sie nur noch durch einen engen Schlitz mit dem Lumen des Oesophagus kommuniziert. / (PIPER *02a*.)

Teleostei.

Der größere Teil der Angaben in den an die Spitze des Abschnittes Schwimmblase gestellten allgemeinen Kapiteln basiert auch auf Untersuchungen an Teleostiern. Für allgemeine mikroskopische und makroskopische Anatomie der Teleostierschwimmblase sind daher diese Kapitel nachzuschlagen (vgl. auch die bei den einzelnen Tiernamen im Sachregister gegebenen Nachweise). Im folgenden werden der speziellen Darstellung noch einige allgemeine Angaben vorangestellt.

/Am weitesten nach vorn öffnet sich die Schwimmblase bei dem Karpfen, weiter nach hinten, jedoch noch in die Speiseröhre öffnet sie sich bei den Cobiten und den Stinten, wo ihr Gang noch den Ringmuskel der Speiseröhre durchbohrt, dicht hinter diesem Muskel bei den Lachsarten und den Hechten. Bei dem eigentlichen Hering kommt außer der Schwimmblasenöffnung, die sich am Ende eines langen Ganges in der Spitze des Magensackes befindet, noch eine andere Öffnung vor, an der linken Seite der Geschlechtsmündung. Dasselbe ist beim Breitling der Fall, nicht aber bei der Alse./ (RATHKE *24*.)

/TAYLOR beschreibt die Schwimmblase verschiedener Gangesfische makroskopisch: Die Schwimmblase steht mit der Speiseröhre in Verbindung bei Ophiocephalus marulius et gachua, Coius cobojus, Trichopodus colisa, Pimelodus und Silurus. Bei Ophiocephalus marulius et gachua reicht die Schwimmblase bis zum Ende des Schwanzes, ist mit Muskelfasern bedeckt, besteht aus zwei Kammern, in der vorderen Kammer liegt ein aus mehreren kleinen nierenförmigen Drüsen mit kleinen Zotten bestehender Gefäßkörper, welcher Luft absondern soll,/ (TAYLOR *31*).

/An der Schwimmblase mancher Knochenfische kommen eigentümliche Bindegewebsbildungen vor, welche an die bei der Schwimmblase vom Stör besprochenen erinnern, so besteht z. B. bei der Barbe die weiße, dicke Haut der Schwimmblase, die in mehreren Schichten abziehbar ist, aus steifen, zugespitzten, häufig einmal winklig geknickten Fasern. Essigsäure bringt sie fast zum Verschwinden und dabei ein Netz feiner, verästelter, elastischer Fasern zum Vorschein.

Ferner beschreibt LEYDIG in der Schwimmblase der verschiedenen Knochenfische ganz pellucide kernhaltige Plättchen von unregelmäßiger Gestalt, die sich gern einrollen und dann für starre Fasern genommen werden können und über deren Bedeutung LEYDIG nichts vorzubringen vermag (z. B. bei Chondrostoma nasus, Zeus faber, Gobius niger, Hippocampus).

v. FRANTZIUS hat dieselben beim Saibling (Salmo salvelinus) beschrieben, doch fand derselbe keinen Kern in den Platten./ (LEYDIG *53a*, p. 28 ff.)

/Bei vielen Knochenfischen besitzt die Wandung der Schwimmblase eine Ausstülpung des membranösen Labyrinthes des Gehörganges oder steht mit demselben in einer durch eine Reihe von Knöchelchen vermittelten Verbindung (Cyprinoiden, Siluroiden und Characinen)./ (STANNIUS *46*, p. 119 ff.)

/GEGENBAUR sagt von Teleostiern: „Endlich sehen wir bei manchen gar keine Schwimmblasen zur Ausbildung gelangen, und da dieses oft in Familien oder Gattungen stattfindet, von denen einzelne Mitglieder sie besitzen, so ergibt sich der Verlust als ein erworbener Zustand.“/ (GEGENBAUR *01*.)

Tetrodontidae: (Vgl. auch die Angaben von THILO oben p. 123 f.) /Beim Igelfisch (Diodon) zeigt die Schwimmblase eine zellige Struktur an der inneren Fläche und nähert sich so der Lungenform mehrerer Amphibien./ (CARUS *16*.)

/Einige Tetrodonten (Tetrodon, Diodon) besitzen außer der Schwimmblase eine weitere lufthaltige Blase, welche sich auf der ventralen Seite des Pharynx öffnet und sich vom Kiefer bis nahe zum Schwanz erstreckt./ (WEBER und BUVIGNIER *03c*.)

Aal. /Die Schwimmblase des Aales wurde untersucht von FISCHER VON WALDHEIM *1795*, DE LA ROCHE *09*, RATHKE *20/27a*, TREVIRANUS *17* u. a. In anatomischer und histologischer Beziehung finden sich

genaue Mitteilungen bei CORNING *88* und COGGI *89*, in physiologischer bei PAULY *82*. / (JACOBS *98*.)

/ Beim Aal finden sich an der Verbindungsstelle der beiden Abteilungen der Schwimmblase zwei Drüsenkörper (rote Körper). Letztere sind ähnlich gebaut wie beim Stockfisch und bestehen ganz aus parallelen Gefäßen. Die Anordnung der Gefäße in der oberen Abteilung nähert sich mehr der der zelligen Lungen der Reptilien, als irgend einem anderen System. In der hinteren Abteilung werden weniger Maschen gebildet. / (QUEKETT *44*.)

/ PAULY beschreibt die makroskopische Anatomie der Schwimmblase des Aales (Anguilla fluviatilis Fl.) eingehend unter genauer Berücksichtigung der älteren und ältesten Literatur. DE LA ROCHE hat zuerst die wahre Natur der roten Körper dargelegt; sie sind reine Gefäßbildungen, ohne eigenes bindegewebiges Stützgewebe, ohne Anwesenheit anderer Gewebselemente, als der die Gefäße bildenden — nichts als Wundernetze. Da die sie bildende Arterie und die an ihrer Bildung beteiligte Vene beide an der Außenseite der Luftgangwand verlaufen, so liegen natürlich auch beide rote Körper dem Luftgang nur äußerlich an. Da ferner der Luftgang, dessen hinterem Ende sie anliegen, in sehr spitzem Winkel durch die Häute der Schwimmblase bricht, so ist es auch nicht anders möglich, als daß sie in die äußere Haut derselben, die atlasweiße Fibrosa, mit eingebettet werden. PAULY gibt eine genaue Beschreibung der Anordnung der Gefäße der roten Körper. Wo man durch dieses Wundernetz einen Querschnitt führen mag, findet man überall Arterien und Venen so gleichmäßig gemischt, daß bis zu den feinsten Venen und Arterien herab, stets jede Vene von einem Kreis von Arterienquerschnitten umstellt ist. Arterien und Venen anastomosieren nicht.

Auf der mit Gefäßnetzen dicht bedeckten, inneren Oberfläche der Schwimmblase und ihres Luftganges liegt ein einschichtiges Epithel von ungleicher Beschaffenheit in beiden Teilen. Das Epithel der Schwimmblase ist ein hohes derbes Zylinderepithel mit etwas ovalen Kernen. Der über den Kapillaren liegende Teil des Epithels verhält sich anders als der die Gefäßinseln bedeckende. Die Zellkerne drängen sich mehr auf die Gefäßinseln zusammen und werden über den Kapillaren spärlicher, und die auf den Gefäßen stehenden Epithelzellen sind niedriger als die daneben befindlichen, ein Verhältnis, welches mit dem Gasaustritt aus dem Blute des Kapillarnetzes in Beziehung zu stehen scheint und demselben jedenfalls günstig sein muß. Das Epithel des Luftganges ist im Gegensatz zu dem der Schwimmblase sehr zart und hinfällig. Dasselbe besteht aus Zylinderzellen von viel geringerer Größe als jene des Schwimmblasenepithels. Der Übergang der beiden Epithelien ineinander findet an der Stelle statt, wo die Schleimhaut des Luftganges sich in jene der Schwimmblase umschlägt.

Unter dem Epithel liegt in der Schwimmblase, wie im Luftgang ein Bindegewebsstratum mit zahlreichen Kernen, das die Gefäße trägt. Unter dem Bindegewebsstratum breitet sich eine ansehnliche Schicht glatter Muskeln aus, deren Anordnung in Schwimmblase und Luftgang nicht dieselbe ist. Im Luftgang findet sich unter der Bindegewebslage eine dicke Ringmuskelschicht, in welcher auch hier und da zerstreute Längsbündel derselben Art vorkommen. Außerhalb dieser Ringmuskellage jedoch sieht man den Luftgang auf seinem Querschnitt in Abständen von wohl differenzierten Längsmuskelbündeln umgeben, welche in ziemlich derben Bindegewebsscheiden liegen. Die muskulösen Elemente dieser

Bündel sind dann wiederum je zu mehreren von feinen Scheiden mit Kernen umgeben. In der Schwimmblase dagegen folgt auf die auch hier vorhandene Ringmuskelschicht eine zusammenhängende Schicht von Längsmuskelzellen; beide Schichten sind nicht streng voneinander geschieden. Auf das Längsmuskelstratum der Schwimmblase folgt das mächtige Lager der weißen atlasglänzenden Fibrosa, welche dem Luftgang fehlt. Die Fibrosa besteht aus fein fibrillärem Bindegewebe mit sehr zahlreichen Kernen und ist blätterig differenziert.

Die Blutgefäße der Schwimmblase sind nach dem muskulösen Typus gebaut. Die Venae vesicales internae besitzen ebenso dicke Wandungen, als die Arteriae vesicales internae, die stärkeren Blutgefäße in den pyramidalen Abschnitten der roten Körper sind von einer mächtigen Adventitia umgeben, und in den Lücken zwischen diesen Gefäßen befinden sich zahlreiche Fettzellen. Die außerhalb der Schwimmblase verlaufenden Venen sind durch zahlreiche, verästelte schwarze Pigmentzellen charakterisiert, die in der Adventitia liegen, sie sind mit jenen von F. E. SCHULZE *67* beschriebenen Pigmentzellen identisch, an welchen derselbe amöboide Gestaltsveränderungen beobachtete.

K. E. v. BAER *35* äußerte sich über den Luftgang der Aalschwimmblase, daß derselbe so blutreich und dünnwandig sei, daß es ihm nicht unwahrscheinlich sei, „er diene dem Tiere zur Atmung, wenn es das Wasser verläßt". Die schon durch DE LA ROCHE nachgewiesene Mündung des Luftgangs in den Speisekanal erkannte jedoch v. BAER nicht. Auch RATHKE, der ihn anfangs, wie HUSCHKE, für verschlossen gehalten hatte, berichtigte seine irrtümliche Meinung in einem Nachtrag zu seiner Arbeit. Die Enge der ösophagealen Ductusmündung und ihre Lage tief im Schlunde zwischen den Längsfalten der Schleimhaut macht PAULY die Verwendung des Luftganges als Atmungsorgan in der Weise, daß in denselben Luft eingesogen und zu Atmungszwecken verbraucht würde, sehr unwahrscheinlich. Da der Sauerstoffgehalt des in der Schwimmblase vorhandenen Gases, wie für zahlreiche Fische nachgewiesen ist, ein sehr großer ist, so denkt PAULY daran, daß besonders bei Atemnot die stark muskulöse Schwimmblase, welche zur respiratorischen Funktion nicht so tauglich ist (weil ihre Venen in das Pfortadergebiet führen), sich zusammenzieht und von ihrem Gas soviel als möglich in den Luftgang (der einen kleinen Kreislauf, eine Art Lungenkreislauf besitzt) preßt. Der Luftgang hätte demnach beim Aale die Funktion eines Leitungsrohres zum Ablassen überschüssiger Gase, außerdem die eines respiratorischen Hilfsorganes und ist vielleicht auch noch beteiligt an der hydrostatischen Verrichtung des ganzen Apparates. / (PAULY *82*.)

/ In der Schwimmblase des Aals (Muraena anguilla) beschreibt CORNING die Anordnung der Wundernetze im Ductus pneumaticus, die Struktur der Blutdrüsen und die Beziehungen der Blutgefäße zum Epithel der Schwimmblase (siehe Fig. 64). Die Verhältnisse der Wundernetze im Ductus pneumaticus stehen völlig vereinzelt da. Ihr Typus ist im ganzen derjenige von einer Gefäßmembran, die bei Perca und Lota dorsal von der oralen Area gelegen ist. Die Blutdrüsen des Aals entsprechen jener Wundernetzbildung, die sich in der Blutdrüse von Perca zwischen Hilus und zelligem Saum ausbreitet. Das Epithel der Schwimmblase selbst, mit seinen eigentümlichen, atypisch angeordneten Zellen und mit seinen zwischen den Zellen sich verzweigenden Blutgefäßen wird sich ohne Schwierigkeit als Homologon der „zelligen Säume" anderer Fische deuten lassen.

Die die Säume bei Perca bildenden Zellen sind offenbar epithelialen Ursprungs, indem sich, wahrscheinlich in einer frühen Entwicklungsperiode, Zellstränge von dem inneren Epithel der Blase abschnüren, zu Gefäßen in Beziehung treten und so jene Säume bilden. Das Epithel der Schwimmblase vom Aal beschreibt CORNING folgendermaßen (nach Wiedergabe der PAULYschen Schilderung): Die Epithelüberkleidung bildet mit ihrer bindegewebigen Unterlage Falten, in welchen Gefäße verschiedener Größe verlaufen. Zwischen den Falten finden sich Einsenkungen des Epithels. Das Epithel ist ein hohes Zylinderepithel; dasselbe ist auf den Kuppen der Falten weniger hoch als in den Tälern, es besitzt einen mehr kubischen Charakter; zwischen den Falten finden sich Zelleinsenkungen, welche förmliche Stränge oder Nester bilden. In diesen Strängen konnte CORNING kein Lumen sehen, die Zellen sind von sehr verschiedener Größe und zeigen in dieser Beziehung, sowie in ihrer atypischen Anordnung große Ähnlichkeit mit den Zellen der Säume bei Perca. Nicht nur zwischen den Falten zeigt sich diese massige Entwicklung von Epithelzellen, sondern die Falten selbst können bloß aus Zellen gebildet sein, die ein kleineres oder größeres Gefäß einschließen. / (CORNING *88.*)

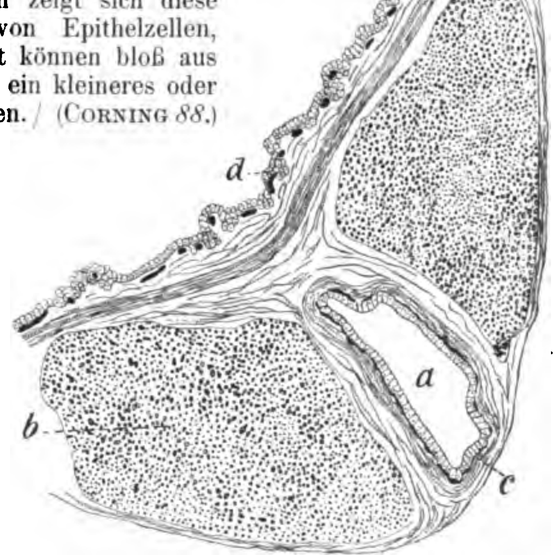


Fig. 64. **Schwimmblase vom Aal.** Querschnitt der Blutdrüsen. Gez. mit Hartn. II, Ok. 3 und Prisma, reduziert auf $^{9}/_{10}$. Details mit Hartn. IV, Ok. 3. *a* Kanal zwischen Schwimmblase und Erweiterung des Ductus; *b* Blutdrüsen; *c* Wundernetze im Kanal zwischen Schwimmblase und Ductus; *d* Epithel der Schwimmblase. (Nach CORNING *88.*)

/ Beim Aal finden sich mehrere rote Körper (Gefäßkörper). Die zwei größten liegen am Eingang des Ductus pneumaticus. Mikroskopisch bestehen die roten Körper des Aales nur aus dicht beisammenliegenden Kapillarmassen und werden von dem nicht modifizierten Epithel der Schwimmblase bedeckt. Kleinere Kapillarmassen finden sich, wovon VINCENT and BARNES eine Abbildung geben, auch im Ductus pneumaticus. / (VINCENT and BARNES *96.*)

/ Der Aal kann 36 Stunden außerhalb des Wassers leben, er hat ein geringes Sauerstoffbedürfnis (BERT). Der Gasinhalt der Schwimmblase eines unter normalen Verhältnissen im Aquarium gehaltenen Aales betrug, wie v. HÜFNER durch Analyse feststellte, 44,74 Proz. Sauerstoff, 51,97 Proz. Stickstoff und 3,29 Proz. Kohlensäure.

Die Schwimmblase eines Aales, welcher $14^{1}/_{2}$ Stunden auf dem Lande gewesen war, hatte ihren Luftinhalt bis auf ein Geringes verloren. Daraus folgt, daß die Schwimmblasenluft des Aales für die Atmung auf dem Lande verwendet wird.

Auch bei Barschen (Fische ohne Luftgang) fand MOREAU *77* in den Schwimmblasen, wenn diese Fische 24 Stunden in nicht erneuertem Wasser gewesen waren und in welchem sie gestorben waren, keine Spur von Sauerstoff, sondern 95 Proz. Stickstoff und 5 Proz. Kohlensäure. JACOBS gibt eine makroskopische Beschreibung der innen von einem Zylinderepithel ausgekleideten Schwimmblase des Aales samt deren Luftgang, welcher einen fast nur ein Viertel geringeren Rauminhalt als die Schwimmblase hat. JACOBS stimmt darin mit PAULY und CORNING überein, daß die Blutdrüsen (sog. rote Körper) beim Aal nur aus Gefäßen zusammengesetzt sind und keine zelligen Elemente enthalten. Das Epithel der Schwimmblasenwand ist, wie PAULY richtig angibt, einschichtiges hohes

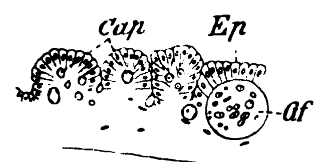


Fig. 65. **Schwimmblase vom Aal.** Epithelschicht. Querschnitt. Fixierung in Alkohol absolut. Hämalaun. *Ep* Epithel; *Cap* Kapillaren; *Gf* Gefäße. Seibert Ok. I, Obj. 5, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach JACOBS *98*.)

Zylinderepithel. Nirgends fand JACOBS Zellennester, wie sie CORNING in seiner Zeichnung darstellte. Die in der Tiefe der Falten liegenden Zellen sind im natürlichen Zustande niemals aufeinandergeschichtet. Die von CORNING gefundene Ähnlichkeit dieser Zellen mit den zelligen Säumen beim Barsch, kann JACOBS nicht anerkennen. Daß die Zellen auf den Gefäßen niedriger sind, als die daneben stehenden, findet JACOBS in Übereinstimmung mit PAULY *82* und CORNING *88*.

Das einschichtige Zylinderepithel im vorderen Teile der Blase ist etwas niedriger als hinten. Ferner ist die Faltung im vorderen Teile der Blase nicht so stark ausgeprägt wie im hinteren Abschnitte. Das Epithel (siehe Fig. 65) des vorderen Teiles der Blase hat die gleiche Höhe wie

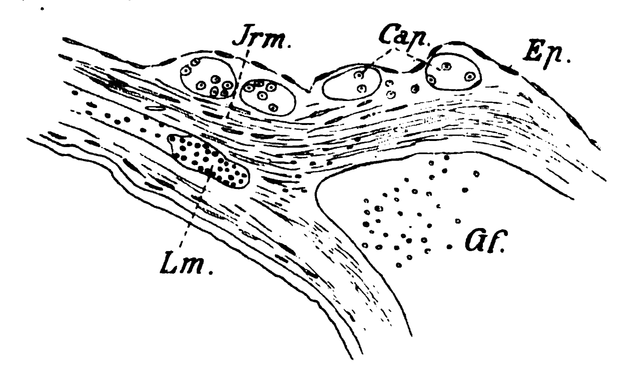


Fig. 66. **Ductus pneumaticus vom Aal.** Epithelschicht. Fixierung in Alkohol absolut. Borax-Karmin. *Ep* Epithel; *Cap.* Kapillaren; *Gf* Gefäße; *Irm* innere Ringschicht; *Lm* äußere Längsschicht. Seibert Ok. I, Obj. 5, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach JACOBS *98*.)

dasjenige des Ductus pneumaticus an seiner Einmündung zwischen den beiden Blutdrüsen in die Schwimmblase. Letztere besitzt ebenso wie der Luftgang eine Ringmuskelschicht, jedoch keine Längsschicht, sondern es sind nur hie und da Kerne vorhanden.

An der Einmündungsstelle des Luftganges in den Schlund kann JACOBS den von CORNING *88* erwähnten „feinen Kanal" nicht wahrnehmen. An dieser Einmündungsstelle ist der Luftgang mit einer sehr dicken Ringmuskulatur umgeben. In der derselben nach innen aufliegenden Schicht finden sich zahlreiche starke Gefäße. Nach außen von der Ringschicht findet sich eine Längsmuskelschicht, welche bedeutend schwächer ist und sich zu ersterer etwa wie 1:4 verhält. Zylinderzellen finden sich im

Ductus pneumaticus nur an der Stelle, an welcher er in die Schwimmblase mündet, im übrigen ist er bis zu seiner Einmündung in den Schlund mit einer einfachen Lage von Plattenepithel ausgekleidet (siehe Fig. 66). Unmittelbar unter dieser Epithelschicht liegt ein engverzweigtes Kapillargefäßnetz.

Die Gefäßverzweigung in der Wand des Luftganges ist mannigfaltiger und enger als in der Schwimmblase selbst. Von PAULY beschriebene von feineren Gefäßverzweigungen freie Räume findet JACOBS nicht. Gerade die zwischen den größten und mittelgroßen Gefäßstämmen befindlichen Räume sind mit außerordentlich eng verzweigten Gefäßnetzen ausgefüllt.

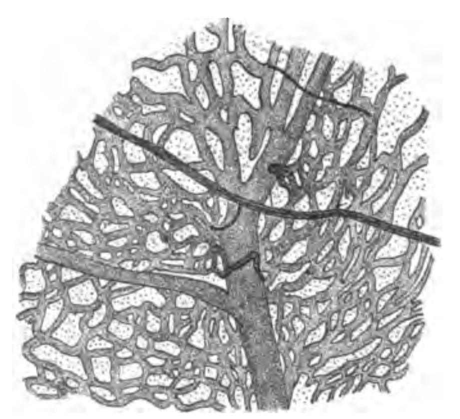


Fig. 67. **Ductus pneumaticus vom Aal.** Das injizierte (Berlinerblau) Kapillarsystem. Angesäuerter Alkohol absolut. Borax-Karmin. Seibert, Ok. I, Obj. 5, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach JACOBS *98*.)

Die Anastomosenbildung ist im Luftgange (siehe Fig. 67) viel engmaschiger als in der Schwimmblase. Besonders sind die längsverlaufenden Gefäße durch ziemlich dicht nebeneinander verlaufende kurze Queranastomosen miteinander verbunden, eine Erscheinung, welche in der Schwimmblase nicht wahrzunehmen ist. In letzterer verzweigen sich die Gefäße durchweg in der Längsrichtung garben-oder strahlenförmig, indem sie Wundernetze bilden (siehe Fig. 68).

Es ist PAULYS Verdienst, nachgewiesen zu haben, daß die Vene



Fig. 68. **Schwimmblase des Aales.** Wundernetze injiziert (Karmin-Gelatine). Flächenpräparat. Alkohol. absol. Hämalaun. Seibert Ok. I, Obj. 5, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach JACOBS *98*.)

des Luftganges, welche auf der inneren Fläche verläuft, nicht zur Pfortader, sondern direkt zum Herzen geht. Dieser Befund ist von großer Bedeutung für die Atmung des Aales außerhalb des Wassers, besonders neben dem durch JACOBS nachgewiesenen platten Epithel und engen Gefäßnetze des Luftganges.

Daß eine Aufnahme von Luft vom Schlunde aus durch den Luftgang nicht stattfindet, ist bereits von RATHKE behauptet worden. Er

hält es aus physikalischen Gründen für unmöglich, da die Blasenluft von der atmosphärischen sehr verschieden sei (RATHKE *20/27a*). Der Beweis dieser Behauptung ist erst später durch MOREAU *77* und HÜFNER *92* (siehe oben p. 145 f.) erbracht worden.

JACOBS schließt sich daher der Ansicht HÜFNERS an, daß der Gasaustritt auf dem Wege der Diffusion aus dem Oxyhämoglobin des Blutes durch die Zellen des Epithelkörpers oder durch die Epithelzellen überhaupt erfolgt, denn er hat nirgends besondere Sekretionsorgane für die Gase gefunden. Lumina zwischen den Zellen der Säume, wie sie J. MÜLLER *40* in der Schwimmblase des Schwertfisches beobachtet zu haben glaubte, und welche nach COGGI *89* zwischen den Zellen der Blutdrüsen beim Hecht vorkommen sollen, hat JACOBS in Übereinstimmung mit CORNING *88* in den von ihm untersuchten Schwimmblasen nicht gefunden.

Beim Aal ist, wie JACOBS in seiner Zusammenfassung dartut, eine Luftatmung von außen durch den Luftgang ausgeschlossen. Wir haben somit die gesamte Innenwandung seiner Schwimmblase mit ihrem bedeutenden unmittelbar unter dem Zylinderepithel sich verzweigenden Gefäßnetz als das gaserzeugende Organ zu betrachten. Weiter dürfen wir den Luftgang des Aales, der seinem Baue nach die Funktion einer Lunge auszuführen imstande ist, für den Gasaustausch in Anspruch nehmen. Da außerdem nach PAULYS Befunde die von der Arteria ductus pneumatici mit Sauerstoff versorgte Vena ductus pneumatici durch den rechten Ductus Cuvieri ihr Blut direkt zum Herzen führt, also eine Art Lungenkreislauf besteht, wie PAULY *82* hervorhebt, so wird die Atmung so lange unterhalten werden können, als im Luftgange genügend Sauerstoff vorhanden ist. Der Sauerstoff kann dem Ductus pneumaticus nur, wie sich aus dem Befunde des außer Wasser gewesenen Aales ergeben hat, aus der fast gänzlich zusammengezogenen Schwimmblase zugeführt worden sein.

Weiter findet der Schluß, daß die Atmung außer Wasser von der Schwimmblasenluft, und nicht wesentlich etwa von einer Kiemen- oder Hautatmung unterhalten wird, seine Bestätigung dadurch, daß der Aal stirbt, wenn die Schwimmblasenluft verbraucht ist. Es ist demnach die durch das Maul aufgenommene Luft, welche wahrscheinlich durch das den Kiemen anhaftende Wasser absorbiert und so der Atmung dienstbar gemacht wird, nur von geringerer Bedeutung. Der Luftgang ist also dasjenige Organ, durch welches während des Außerwasserseins die Atmung so lange unterhalten wird, als ihm Sauerstoff zu Gebote steht. / (JACOBS *98*.)

Clupeidae. / RIDEWOOD untersuchte die Schwimmblase bei folgenden sechs an der britischen Küste vorkommenden Species vonClupea: Clupea harengus L., C. pilchardus WALB, C. sprattus L., C. alosa L., C. finta CUV. und Engraulis encrasicholus CUV.

WEBER, BRESCHET, HASSE, RETZIUS haben die Schwimmblase von Clupeidae geschildert.

RIDEWOOD beschreibt bei den sechs Clupeidae makroskopisch die Schwimmblase und den Ductus pneumaticus. Ferner beschreibt RIDEWOOD eine von WEBER 1820 gesehene, von BENNET 1880 wiederentdeckte (siehe unten) hintere Öffnung der Schwimmblase nach außen an der linken Seite des Ostium genitale. Als Luftgänge benennt RIDEWOOD die Canaliculi pellucidi von WEBER (trompes cystiques von BRESCHET). / (RIDEWOOD *92*.)

/Beim Hering ist die Schwimmblase durch einen Gang mit dem Magen verbunden. Außerdem besteht noch eine Kommunikation zwischen der Schwimmblase und der Cloaca, welche nach BENNET die Beobachter bisher übersehen zu haben scheinen./ (BENNET *79*.)

/BRIDGE gibt eine eingehende Beschreibung der Schwimmblase von Notopterus borneensis. Die Schwimmblase enthält keine roten Körper. Die Wand besteht aus einem dicken, äußeren, fibrösen Stratum und einer äußerst dünnen Tunica interna, welche aus einer inneren Epithelschicht besteht, getragen von einem äußeren dünnen Bindegewebsblatt. Die Skelettteile werden an den Außenflächen von der Tunica interna überkleidet. Doch muß auf die eingehende Beschreibung BRIDGES verwiesen werden, da sich der feinere Bau der Schwimmblase an verschiedenen Stellen verschieden verhält, entsprechend den mannigfachen Differenzierungen, welche das Organ durch seine Beziehungen zum Gehörorgan erfahren hat./ (BRIDGE *00*.)

Betta pugnax. /SCHACHMAGONOW untersuchte die Schwimmblase bei dem Kampffischchen (Betta pugnax). Dieselbe ist sehr groß und besteht aus zwei Teilen, dem ersten vorderen, welcher in der Leibeshöhle liegt, und dem hinteren, welcher sich im postanalen Teil des Körpers befindet. Die Wand der vorderen Hälfte besteht aus glatten Ringmuskelfasern. Drückt das Fischchen mit seinen Schwanzmuskeln auf die Wandungen der hinteren Hälfte der Luftblase, so geht die Luft aus derselben in die vordere Luftblasenhälfte, bläst dieselbe auf und übt auf diese Weise einen Druck auf die inneren und unteren Wandungen der Labyrinthapparattaschen; durch die Verengerung derselben wird die Luft aus den Taschen gejagt. So bietet die Luftausatmung bei Betta pugnax folgende drei Phasen dar: 1. Das Ausdrücken der Luft aus der hinteren Luftblasenhälfte in die vordere durch die Kontraktion der Schwanzmuskeln. 2. Die Aufblasung durch die aus der hinteren Luftblasenhälfte eingejagte Luft der vorderen Blasenhälfte und 3. das durch diese Aufschwellung hervorgerufene Ausjagen der Luft aus den Labyrinthapparattaschen. Die Lufteinatmung bietet auch drei einzelne Momente dar: 1. Die Schwanzmuskeln werden schlaff und erlauben auf diese Weise der hinteren Hälfte der Luftblase sich aufzublasen, 2. die muskulöse Wand der vorderen Blasenhälfte wird kontrahiert, jagt die Luft aus in die hintere, sich aufblasende Hälfte und 3. die Atmosphärenluft dringt dann in die jetzt von dem Blasenwanddrucke befreite Labyrinthapparattasche. Bei diesen Erscheinungen wirken die Labyrinthapparatplatten als Klappe, welche die Öffnung, die zum Eindringen der Luft in die Labyrinthapparattaschen dient, schließen und öffnen./ (SCHACHMAGONOW *00*.)

Esox lucius, Hecht: /Die Schwimmblase (z. B. beim Hecht) zeigt außer einem dünnen Überzuge, welcher vorn das Bauchfell bildet, eine doppelte Membran, nämlich eine äußere sehnige, sehr starke, und eine innere zartere, außerordentlich gefäßreiche./ (CARUS *34*.)

/Beim Hecht findet sich keine Drüse (roter Körper), im übrigen ist die Gefäßanordnung ähnlich wie beim Stockfisch./ (QUEKETT *44*.)

/Bei Esox haben wir genau wie bei Perca zwei eigentümlich differenzierte Abschnitte der Schwimmblase zu unterscheiden: einen vorderen, in welchem die Gefäße zu einer zwischen den Häuten der Blase eingeschalteten Zellenschicht Beziehung erlangt haben, und einen hinteren Abschnitt, in welchem die letzte Gefäßverbreitung unmittelbar unter dem Epithel der Blase stattfindet. Während sich diese Wundernetze des

hinteren Abschnittes bei Perca an einer bestimmten Stelle lokalisiert haben, kommen sie bei Esox diffus über die ganze Innenfläche vor.

In der Wand der Schwimmblase, in welcher bereits von F. E. SCHULZE *71* glatte Muskulatur nachgewiesen wurde, finden sich folgende Schichten: Der Peritonealüberzug ist fest mit der fibrösen Haut verwachsen. Die fibröse Schicht besteht aus Zügen von straffem Bindegewebe mit ziemlich zahlreichen zelligen Elementen. Bündel von Ringfasern durchflechten sich mit solchen von Längsfasern. Einzelne Faserzüge, welche einen ganz hyalinen Charakter haben, entsprechen wahrscheinlich den von LEYDIG *57* (p. 379) geschilderten „pelluciden Plättchen", welche bei vielen Knochenfischen vorkommen. Auf die Fibrosa folgt eine Schicht von lockerem Bindegewebe, dann die Gefäßschicht. Diese besteht aus einer ringförmigen Schicht von glatter Muskulatur und einer oberflächlichen Plattenepithellage.

Der zellige Saum der Blutdrüse besteht aus 8—10 Reihen von Zellen, die, ohne ganz so groß zu sein wie bei Perca, dennoch den gleichen Charakter besitzen. Zwischen den Zellen liegt ein feines Gerüst von Bindegewebe, in welchem die letzten Verzweigungen der Wundernetze liegen. / (CORNING *88.*)

/ In der Schwimmblase des Hechtes lassen sich nach Ursprung und Anordnung der Blutgefäße zwei Abschnitte unterscheiden (CORNING), ebenso durch den Bau ihrer Wandung.

COGGI hatte in seiner früheren Arbeit (1887) nicht bemerkt, daß der vordere Abschnitt der Schwimmblase sich in der feineren Struktur und der Gefäßverteilung vom hinteren unterscheidet, und dehnte daher die Wahrnehmung, daß das Epithel des hinteren Teiles über die Wundernetze unverändert hinzieht, irrtümlich ohne weiteres auf die ganze Schwimmblase aus.

In den roten Körpern lassen sich ein Wundernetz und eine mehr oder weniger ausgedehnte Scheibe von stark gefäßhaltigem, geschichtetem Pflasterepithel unterscheiden. Der epitheliale Teil, die Epithelscheibe des sog. „roten Körpers" oder der „Blutdrüse" (oder manchmal das ganze Organ), wurde von deutschen Autoren als „zelliger Saum" bezeichnet; COGGI hat ihn „Epithelkörper" genannt.

Nach CORNING liegt, wie JOH. MÜLLER richtig bemerkt, die innerste Plattenepithelhaut über den Blutdrüsen. Nach COGGI dagegen ist der zellige Saum der sog. Blutdrüsen in der Schwimmblase des Hechtes wirklich ein mit dem inneren Epithel der Blase zusammenhängendes und von einer Verdickung desselben herrührendes Gebilde. / (COGGI *89.*)

/ Die Ergebnisse von JACOBS weichen in folgenden Punkten von den bereits früher von CORNING *88* und COGGI *89* gegebenen Beschreibungen der Hechtschwimmblase ab.

Die von CORNING *88* wiedergegebene Zeichnung der Wundernetze (seine Taf. II, Fig. 11) entspricht nicht den tatsächlichen Verhältnissen. Es geht aus ihr nicht hervor, daß die von den sich verzweigenden Wedeln abgehenden Gefäße das Blut wieder durch die venösen Röhren der Wedel zurückgehen lassen, Verhältnisse, welche bereits durch J. MÜLLER festgestellt worden waren und von JACOBS bestätigt werden.

In bezug auf die zelligen Säume, welche DE LA ROCHE *09* als „renflement de la membrane interne" bezeichnet, und welche nach COGGI *89* durch Verdickung des inneren Epithels entstanden sein sollen, kommt JACOBS zum Resultat, daß die zelligen Säume aus Bindegewebszellen hervorgegangen sind. Man kann auf Längsschnitten wahrnehmen, daß

vereinzelte Zellen der genannten Säume auch noch in der zwischen den letzteren und der Fibrosa liegenden lockeren Bindegewebsschicht vorkommen. Außerdem sind sie nach innen überall durch die zwischen den zelligen Säumen und dem inneren Epithel liegende Muskellage vollständig von der inneren Epithelschicht getrennt. JACOBS schließt sich daher der Ansicht J. MÜLLERS *40* an, welche auch CORNING *88* teilt, daß die innerste Plattenepithelschicht über den Blutdrüsen liegt. / (JACOBS *98*.)

Salmonidae. / Die Schwimmblase bei Salmo fario stellt einen einfachen Schlauch dar mit kontraktilen Wandungen, mit einem inneren Epithelüberzug und einer offenen Kommunikation mit dem Oesophagus. Der Einfachheit der Struktur entspricht auch die Einfachheit der Gefäßverhältnisse. Im vordersten Abschnitt verhält sich die Schwimmblase in bezug auf ihre Blutversorgung wie ein Darmanhang; ihre Arterie entspringt aus der Coeliaca, ihre Vene geht in die Pfortader. Der hintere Abschnitt steht zu den Interkostalgefäßen in Beziehung. Die feinste Verzweigung aller dieser Gefäße erfolgt nach dem gewöhnlichen Typus des Übergangs von Arterien in Venen durch Kapillaren. Diejenigen feinen Äste, welche unmittelbar unter dem innersten Epithel der Schwimmblase verlaufen, bedingen eine leichte Differenzierung der Epithelzellen, indem letztere über den Gefäßen höher sind und einen mehr zylindrischen Charakter annehmen. Außer dieser Differenzierung des Epithels ist noch eine andere vorhanden, wodurch der vorderste Abschnitt der Schwimmblase vom hintersten unterschieden ist. In dem Bereich der aus dem Gebiet der Arteria coeliaca stammenden Arterie ist das Epithel höher als in dem hinteren Teile der Schwimmblase, die ihre Blutversorgung aus den Interkostalgefäßen erhält.

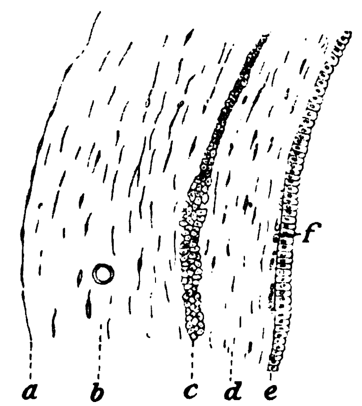


Fig. 69. **Schwimmblase von der Forelle.** Querschnitt durch die Wandung. *a* Plattenepithellage; *b* fibröse Schicht; *c* Längsmuskelschicht; *d* Ringmuskelschicht; *e* inneres Epithel der Schwimmblase; *f* Blutgefäß. (Nach CORNING *88*.)

Es ist demnach das Epithel im hinteren und weitaus größeren Abschnitt der Schwimmblase von Salmo fario kubisch, stellenweise auch ganz platt, im vorderen Abschnitt ist das Epithel hoch, zylindrisch, eben so auch im Ductus. Die Muskelschicht ist im hinteren Abschnitt mächtiger als im vordersten. Im hinteren Abschnitt (siehe Fig. 69) folgt auf das Peritonealepithel eine Schicht von Bindegewebe, darauf eine mächtige Schicht von glatter Muskulatur, deren äußere Fasern längs verlaufen, während die inneren Züge als überwiegende Masse eine Ringmuskulatur darstellen. Dann folgt das Epithel, dessen Zellen 15 μ hoch und meist eben so breit sind. Zwischen Epithel und Muskelschicht finden sich Blutgefäße. / (CORNING *88*.)

In der Schwimmblasenwand der Forelle (Salmo fario) fand ich die von den Autoren angegebenen Schichten. An mit Kresofuchsin (nach WEIGERT) gefärbten Präparaten fand ich, daß die elastischen Fasern zwar sehr fein und nicht gerade reichlich, jedoch weit verbreitet sind.

Sowohl unter der Serosa findet sich ihr Flechtwerk wie um die beiden Muskelschichten und innerhalb der Muskelschichten, wie weiterhin bis gegen das Oberflächenepithel. In den beiden Muskelschichten verlaufen die elastischen Fasern im wesentlichen parallel zur Längsrichtung der Muskulatur, erscheinen also in einem Querschnitt durch die Mitte der Schwimmblase in der äußeren Muskelschicht als Punkte, in der inneren als feine spiralig verlaufende Fäserchen; erstere sind reichlicher als letztere.

Cyprinidae. /Die Cyprinoiden haben eine doppelte Schwimmblase und einen Ductus pneumaticus, welcher von der ventralen hinteren Blase aus mit weiter Öffnung dorsal in den Oesophagus mündet. In Übereinstimmung mit Corning *88*, welcher den Karpfen untersuchte, findet Jacobs bei Leuciscus dobula, daß in der inneren Wandung der Schwimmblase unter dem einschichtigen platten Zelllager weder in der vorderen noch in der hinteren Blase Blutgefäße vorhanden sind. Diese verzweigen sich vielmehr nur auf der äußeren fibrösen Haut der ganzen hinteren Blase und lösen sich in Wundernetze auf, welche eine gewisse Ähnlichkeit mit denen beim Hechte haben. Daß die Zweige der Wundernetze, wie Corning *88* angibt, auf kurze Strecken in die Fibrosa eindringen, findet Jacobs nicht.

Wenngleich nun bei Cyprinoiden, welche in ihrer Schwimmblase ebenfalls einen hohen Sauerstoffgehalt aufweisen, welcher den der Atmosphäre übertreffen kann, die Gefäße nicht in direkte Beziehung zu der Innenwand der Blase treten, so müssen wir auch bei diesen Fischen annehmen, daß die Gase gleichfalls auf dem Wege der Diffusion durch die Fibrosa hindurch in das Innere der Schwimmblase gelangen./ (Jacobs *98*.)

/Bei der Barbe enthält die weiße dicke Haut der Schwimmblase neben Bindegewebe ein Netz feiner verästelter elastischer Fasern./ (Leydig *53a*.)

Bei Leuciscus dobula fand ich das elastische Gewebe in der Schwimmblasenwand stark entwickelt, kräftig sind namentlich die die Muskulatur umhüllenden und durchziehenden elastischen Faserbündel; dieselben verlaufen in der Längsrichtung der Muskelschichten.

Acanthopsidae. /Die Familie der Acanthopsidae enthält drei europäische Süßwasserfische: Misgurnus fossilis, Cobitis taenia und Nemachilus barbatulus. Die Fische haben die Eigentümlichkeit, daß ihre Schwimmblase von einer von der Wirbelsäule abhängigen Knochenkapsel eingeschlossen ist. Diese Fische wurden unter die Physostomen eingereiht, indem man annahm, daß die Schwimmblase derselben durch einen für Luft durchgängigen Kanal mit dem Darm verbunden sei, doch war keine diesbezügliche Untersuchung bis dahin auf mikroskopische Untersuchung basiert. Jaquet sucht nun nachzuweisen, daß der Ductus pneumaticus, wenn er auch ehemals existiert haben mag, heute in seinem Baue ganz verändert ist, und diesen Namen nicht verdient. Das ganze, hier im Vergleich zum Körper außerordentlich kleine Organ zeigt hier drei Teile; die eigentliche Schwimmblase, die Vesicula und den modifizierten Ductus pneumaticus. Die Schwimmblase besteht aus der Knochenhülle und der membranösen Haut. Erstere hat eine Öffnung auf jeder Seite und bei Misgurnus und Cobitis eine hintere Öffnung. Die membranöse Hülle begrenzt eine innere Höhle. Die beiden Hälften der Blase kommunizieren gewöhnlich weit untereinander bei Cobitis taenia, weniger offen bei Misgurnus, während sie bei Nemachilus fast vollständig voneinander getrennt sind, es findet sich hier nur ein mikroskopischer Verbindungskanal. Die Vesicula besitzt keine Knochenkapsel, sie ist eine direkte

Fortsetzung der membranösen Blase, deren Wände durch die hintere Öffnung der Knochenkapsel bei Misgurnus und Cobitis hervorgehen. Bei diesen beiden kommuniziert die Vesicula direkt mit dem Innern der Blase, bei Nemachilus hängt sie mit einem langen massiven Stiel an dem Verbindungskanal der beiden Kugeln der Blase. Der Ductus pneumaticus ist bei Misgurnus fossilis vorn blind geschlossen, der mittlere Teil ist in eine Blutgefäßdrüse umgebildet, sein unteres Ende ist durch Bindegewebe und Muskulatur ersetzt. Bei Cobitis taenia öffnet sich das untere Ende des Ductus in das Darmrohr, erreicht die Vesicula nicht und endigt in dem umgebenden Bindegewebe. Bei Nemachilus ist das Rohr in einen Bindegewebsstiel eingeschlossen, welcher die Vesicula mit dem Darm verbindet und endet blind an beiden Enden.

Die Acanthopsidae gehören demnach, so schließt JAQUET, nicht zu den Physostomen. / (JAQUET *94*.)

BLOCH *oo* dagegen findet, daß die Cobitiden, entgegen den irrtümlichen Angaben JAQUETS, echte Physostomen sind.

/Misgurnus fossilis (siehe Fig. 70—73): Entkalkte Schnitte durch die knöcherne Hülle der Schwimmblase zeigen zwei fibröse Hüllen mit deutlichen Kernen, eine äußere und eine innere. Sie sind voneinander durch Pfeiler von retikuliertem Bindegewebe getrennt, welches die Räume zwischen den Knochenbälkchen erfüllt. Letztere sind außen und innen von Bindegewebsblättern bedeckt und werden von einer kompakten Basis gebildet, welche Höhlen von zweierlei verschiedener Natur einschließen. Die einen sind enorm und enthalten immer mehrere Zellkerne; die andern, die Osteoblasten, schließen stets nur eine Knochenzelle mit ihrem wohlbegrenzten Kern ein. Die Kapselwand ist dicker auf der dorsalen Fläche als auf den Seiten und der ventralen Fläche.

Die membranöse Blase, welche die Knochenkapsel innen auskleidet, besteht aus zwei konzentrischen Wänden, welche beide von sehr dichtem Fasergewebe gebildet werden, welches an Dicke wechselt. Die äußere ist viel stärker, zahlreiche Bindegewebszüge verbinden sie mit der Knochenkapsel; zwischen diesen Zügen findet sich eine halb gelatinöse Masse voll von Körnchen. Die innere Membran ist dünn, sie besitzt weniger deutliche Kerne als die äußere, mit welcher sie Bindegewebsfibrillen verbinden.

Die Wand der zur Schwimmblase in Beziehung stehenden Vesicula besteht außen aus einem faserknorpeligen Netz, welches unmerklich in Fasergewebe übergeht, welches allein die tiefen Schichten bildet. Eine Knochenhülle ist hier nicht vorhanden.

Das drüsenartige Organ, dessen unteres Ende sich am Darm ansetzt, zeigt den Typus einer traubenförmigen Drüse, deren Läppchen voneinander durch Bindegewebe getrennt sind. Der Stiel, der das Organ an den Darm heftet, ist massiv und besteht aus Bindegewebe, Blutgefäßen und vom Darm kommenden quergestreiften Muskelfasern. Das Darmepithel bildet dort Falten, welche sich bis in die Muscularis externa erstrecken, jedoch nicht mit den Acini der „Drüse“ in Verbindung treten. Letztere wird von Blutgefäßen umgeben und setzt sich dorsal in einen feinen Kanal fort, dessen Ende gegen die innere Membran der Blase trifft, an der Stelle, wo diese in die Vesicula übergeht. Die Läppchen der Drüsen werden jedes von einer deutlichen Wand umgeben und enthalten innen hohe Zellen mit rundem, basal gelegenem Kern.

Cobitis taenia: Die in einer Knochenhülle liegende membranöse Wand der Schwimmblase besteht aus zwei Blättern, welche voneinander

durch eine halb gelatinöse Masse getrennt werden. Die Knochenhülle besteht aus zwei Blättern, einem äußeren und einem inneren, welche voneinander durch intermediäres Gewebe getrennt werden. Jedes Blatt besteht aus faserigem Bindegewebe. Das intermediäre Gewebe, gleichfalls bindegewebiger Natur, verdickt sich an gewissen Stellen durch Ablagerung von Kalksubstanz. Das äußere Blatt der membranösen Hülle enthält locker untereinander verbundene Bindegewebsfasern, während im innern Blatt die Bindegewebsfasern fest verbunden sind.

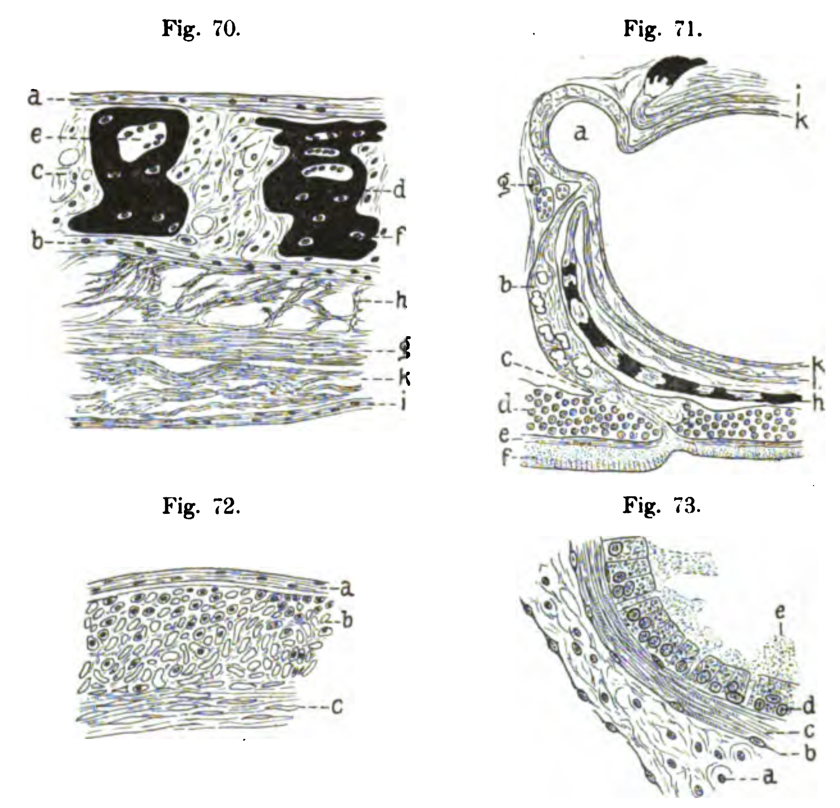


Fig. 70. **Schwimmblase von Misgurnus fossilis.** Querschnitt der Wand. *a* äußere fibröse Hülle, *b* innere fibröse Hülle, *c* Bindegewebspfeiler, *d* Knochenbälkchen, *e* Höhle mit mehreren Kernen, *f* Osteoblasten, *g* äußeres Blatt der inneren Kapsel, *h* Bindegewebszüge, welche die Knochenkapsel mit der membranösen Hülle verbinden, *i* inneres Blatt der membranösen Hülle, *k* intermediäres Gewebe. Verick Ok. 3, Obj. 2, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach JAQUET *94*.)

Fig. 71. **Schwimmblase von Misgurnus fossilis.** Anteroposteriorer Schnitt der hinteren Hälfte der Schwimmblase. *a* Vesicula, *b* Drüse, *c* Bindegewebspfeiler, welcher die Drüse mit dem Darmrohr verbindet, *d* Quermuskelschicht des Darmrohres, *e* Längsmuskel, *f* Darmschleimhaut, *g* Blutgefäße, *h* Knochenkapsel, *ik* membranöse Kapsel. Vergröß. 24fach, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach JAQUET *94*.)

Fig. 72. **Schwimmblase von Misgurnus fossilis.** Querschnitt durch die Wand der an der Schwimmblase befindlichen Vesicula. *a* Peritonealmembran, *b* faserknorpeliges Netz, *c* inneres Fasergewebe. Verick Ok. 3, Obj. 2, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach JAQUET *94*.)

Fig. 73. **Schwimmblase von Misgurnus fossilis.** Schnitt durch die Wand eines Drüsenacinus. *a* umgebendes Bindegewebe, *b* Kerne der äußeren Wand *c*, *d* Drüsenzellen, *e* Schleim, welcher zum Teil die Höhle der Acini erfüllt. Verick Ok. 3, Obj. 6, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach JAQUET *94*.)

Die Wände der Vesicula sind die direkte Fortsetzung der Blasenwand, unterscheiden sich jedoch in einigen Punkten davon. Außen findet sich eine sehr starke, aus einer Schicht dichtgedrängter Fasern bestehende Hülle, sie scheint die Fortsetzung des äußeren Blattes der Knochenkapsel zu sein und zeigt eine Lösung der Kontinuität in der ventralen Medianlinie. Nach einwärts findet sich lockeres fibröses Bindegewebe, welches lange Kerne enthält. Es ist reich an Blutgefäßen und eine Fortsetzung des Gewebes, welches die beiden Blätter der membranösen Blase trennt: Die innere Wand der Vesicula ist am Hals sehr dünn und verdickt sich allmählich gegen den Grund der Tasche, sie besteht aus sehr dichten Bindegewebsmaschen, welche die direkte Fortsetzung des inneren Blattes der membranösen Blase darstellen.

Nemachilus barbatulus. Die Knochenhülle besteht aus einem äußeren und einem inneren Blatt, welche durch Pfeiler von Knochensubstanz mit Osteoblasten miteinander verbunden sind. In den Räumen zwischen den Pfeilern finden sich enorme, runde, durch sehr deutliche Konturen begrenzte Höfe, deren Inneres bisweilen einen Kern umschließt. Die in der Knochenhöhle eingeschachtelte membranöse Blase besteht aus zwei Schichten, einer äußeren, sehr dünnen faserigen, und einer inneren, dickeren, resistenten, welche zur Bildung der Vesicula und des die Blase verbindenden Stiels beiträgt. Die Wände der Vesicula bestehen aus zwei konzentrischen, sehr deutlichen fibrösen Schichten; die innere bildet eine allseitig geschlossene Höhle. Der Innenkanal des Stiels obliteriert an seinen beiden Enden, so daß er weder mit dem Innern der Vesicula, noch mit dem Innern des Darmrohres kommuniziert. / (JAQUET *94*.)

/ BLOCH untersuchte Schwimmblase, Knochenkapsel und den WEBERschen Apparat von Nemachilus barbatulus GÜNTHER und kommt zu folgenden Resultaten:

1. Der erste Wirbelkörper trägt jederseits einen queren Fortsatz, Processus transversus + verknöchertes Ligament, welcher entgegen JAQUETS Angaben also keine Rippe und auch nicht mit der Knochenkapsel vereinigt ist.

2. Daß der zweite (falsche) Wirbel hervorgegangen ist aus der Verschmelzung des (wahren) zweiten und dritten Wirbels, konnte bei einem Präparat schon bei Lupenvergrößerung mit Sicherheit festgestellt werden.

3. Die Knochenkapsel, in welcher die Schwimmblase eingeschlossen ist, steht in Verbindung mit dem zweiten (falschen) und vierten (wahren) Wirbel.

4. Die Knochenkapsel besitzt fünf Öffnungen; zwei laterale, zwei mediane und eine unpaare, welche auf dem knöchernen Querkanal gelegen ist.

5. Der Rand der fünften unpaaren Öffnung umgrenzt das Homologon des Isthmus (Isthmus gleich Kommunikationsgang zwischen Diverticulum und wahrer Schwimmblase).

6. Es entspricht also die in die Knochenkapsel eingeschlossene Blase nicht einer wahren Schwimmblase, sondern nur dem dem paarig gewordenen Diverticulum der normalen Cyprinoidenschwimmblase homologen Teile.

7. Bei den Cobitiden ist der hintere Sack, d. h. das Homologon der wahren Cyprinoidenschwimmblase, reduziert, selbst oft so sehr (Nem. barb.), daß man makroskopisch nichts von ihm nachweisen kann.

8. An mikroskopischen Schnittpräparaten ist ein Rudiment des der wahren Cyprinoidenschwimmblase homologen Teiles zu finden in der Nähe der fünften unpaaren Öffnung der Knochenkapsel.

9. Die eigenartige Form der Schwimmblase von Nem. barb. ist wesentlich auf zwei Momente zurückführbar: erstens auf die Reduktion der Schwimmblase, namentlich des dem hinteren Abschnitt der Cyprinoidenschwimmblase homologen Teiles, und zweitens auf die Anheftung des dem Diverticulum der normalen Cyprinoidenschwimmblase homologen Teiles nicht an den Proc. transv. IV (Ossa suspensoria: Sörensen), sondern auch zugleich an den Proc. transv. II.

10. Die Knochenkapsel ist aufzufassen als eine Verknöcherung der Pleura und sehr wahrscheinlich bloß deren parietalen Blattes.

Mikroskopisch ergibt sich, daß die Löcher der Knochenkapsel von Bindegewebe ausgefüllt sind. Die Kapselmasse selbst erscheint im Schnitt als durch die Kapsellöcher getrennte Knochenbalken. Das Bindegewebe der Lücken überzieht auch die Balken. Daß die Knochenkapsel das verknöcherte Bindegewebe ist, davon kann man sich, wie GROBBEN gezeigt hat und BLOCH bestätigt, insofern überzeugen, als sich namentlich an Flächenschnittpräparaten alle Übergänge von der einfachen Bindegewebszelle bis zum Knochenkörperchen auffinden lassen. Auf diese verknöcherte Bindegewebsschicht folgen nach innen zwei weitere bindegewebige Häute, von denen die äußere weiß und atlasglänzend, die innere bläulichweiß ist.

11. Die äußere, der (Innenfläche der) Knochenkapsel anliegende Schwimmblasenhaut (Tunica externa) besteht aus zwei ungefähr gleich mächtigen Schichten, die sich aus straffen, bisweilen geknickten Bindegewebsfasern zusammensetzen: einer äußeren, welche wohl dem visceralen Blatte der Pleura entsprechen dürfte, und einer ihr eng anliegenden inneren, deren starre Fasern im großen ganzen in der Richtung zur Körperachse verlaufen. Diese einzelnen Schichten sind umzogen von Membranen, die aus kernlosen, breiten Fasern bestehen, was namentlich an Schnittenden sehr gut zu beobachten ist (GROBBEN).

12. Die innere bläulichweiße Haut (Tunica interna) besteht aus lockigem Bindegewebe. Dasselbe unterscheidet sich von gewöhnlichem, fibrillärem auf keine Weise. Es enthält spärlich Blutgefäße. Gegen JACOBS (siehe unten) besteht diese innere Haut nicht aus zwei sich rechtwinklig kreuzenden Schichten, vermutlich hat JACOBS Tunica externa und interna verwechselt. — Der Binnenraum der Schwimmblase von Nemachilus barbatulus ist mit einer dünnen Lage einfachen Plattenepithels ausgekleidet, welches von JACOBS und GROBBEN (Über die Schwimmblase und die ersten Wirbel der Cobitiden. Wiss. Mitt. a. d. Akad. Ver. d. Naturh. in Wien, 1875, Heft 3, p. 1—15) ebenfalls konstatiert wurde, nicht aber von JAQUET.

13. Die Cobitiden sind entgegen den irrtümlichen Angaben JAQUETS *94* (siehe oben), die soweit dies BLOCH beurteilen konnte, nie widerlegt wurden, echte Physostomen. Der Ductus pneumaticus, welcher sich bei den normalen Cyprinoiden als wegsamer Kanal hinter dem Isthmus einfach zum hinteren Schwimmblasensack erweitert, mündet, auch wenn er zu einem soliden bindegewebigen Strang obliteriert ist, bei den Cobitiden nicht etwa direkt in das Diverticulum, sondern in das Rudiment der wahren Schwimmblase (Nem. barb.) oder in den Isthmus [bezw. dessen Homologon (JAQUET, SÖRENSEN)].

14. Als Angehörige der ostariophysen Physostomenfamilie der Cyprinoiden sind die Cobitiden und auch Nem. barb. im Besitze eines WEBERschen Apparates.

15. Nach BLOCHS Dafürhalten sind die Claustra des WEBERschen Apparates aufzufassen weder als umgewandelte Processus spinosi (NUS-

BAUM, SIDORIAK), noch als Proc. spin., mit denen knorpelige Reste verschmolzen sind, die homolog zu den Interkalarbögen der Selachier, noch als Homologa der Ossa imparia des Acipenser (SÖRENSEN), sondern als Derivate homologer Knorpelstücke, wie sie von SCHEEL bei den Salmoniden beschrieben und auch interpretiert wurden.

16. Bei Nem. barb. sind die Incudes des WEBERschen Apparates gleich wie bei den übrigen bis jetzt daraufhin untersuchten Cobitiden verknöcherte Knöpfchen in den Ligamenten, die von den Stapedes (WEBER) zu den Mallei ziehen.

17. Die Mallei des WEBERschen Apparates besitzen eine Form, welche mit der Malleusform von Misgurnus (Cob.) fossilis nicht übereinstimmt.

Unter den Punkten, in welchen BLOCH in einem Nachtrag auf die Arbeit von NUSBAUM und SIDORIAK entgegnet, interessiert besonders, daß nach letzterer die Knochenkapsel zugleich ein Produkt der Rippen und teilweise des Körpers des vierten Wirbels ist, während nach LEYDIG, GROBBEN, WRIGHT, SÖRENSEN und BLOCH auch die verknöchernden Schwimmblasenhäute (Pleura) am Aufbau der Kapsel sich beteiligen.

Die von BLOCH ausgesprochene Vermutung (siehe oben), daß JACOBS (siehe unten) innere und äußere Schwimmblasenhaut verwechselte, hat sich durch die Beschreibung von NUSBAUM und SIDORIAK (siehe unten) voll und ganz bestätigt. / (BLOCH *oo*.)

/ Die Schwimmblase steckt bei Cobitis fossilis in einer Knochenhülle, welche nach mikroskopischer Untersuchung als die verknöcherte äußere oder lockere Bindegewebsschicht der Schwimmblase und verwachsen mit dem Querfortsatz des dritten Wirbels aufgefaßt werden kann. Diese Kapsel bildet ein zierliches Knochengitter. Die Schwimmblase selbst besteht aus zwei Häuten, die äußere besteht aus feinen starren Fasern, die innere aus gewöhnlicher Bindesubstanz, weshalb ihr Gefüge auch ein festeres ist als an der vorhergehenden Haut; übrigens besitzt sie nur spärliche Blutgefäße und hat weder Nerven noch Muskeln. Ihre Innenfläche ist von einem zarten, blassen 0.004‴ dicken Plattenepithel, das nicht flimmert, überkleidet. Nach Essigsäure quellen beide Häute auf, werden ganz durchsichtig und in der äußeren kommen sehr zahlreiche Kernfaserbildungen zum Vorschein. / (LEYDIG *53 b*.)

/ Die Schwimmblase von Cobitis fossilis, welche sowohl in bezug auf ihre Lage als auch bezüglich ihrer Kleinheit ganz besonders auffällt, kommt weder für statische noch für respiratorische Zwecke in Frage. JACOBS beschreibt die Schwimmblase und die dieselbe einschließende Kapsel eingehend makroskopisch, die früheren Beschreibungen von TREVIRANUS *17*, LEYDIG *53 b*, ERMAN *08* und RATHKE *20/27 a* ergänzend. Die äußere Wand der Schwimmblase besteht aus einer verhältnismäßig dicken Schicht von lockigem Bindegewebe, dessen Fasern im normalen Zustande dicht zusammenliegen, und in welchen in großer Anzahl dünne Faserkerne liegen. Die äußere ist mit der inneren Wand der Blase durch spärliche Bindegewebsfasern nur locker verbunden. Die Innenwand besteht nicht, wie LEYDIG angibt, aus einer, sondern, wie JACOBS findet, aus zwei rechtwinklig sich kreuzenden übereinanderliegenden Schichten. Diese nur locker miteinander verbundenen Schichten bestehen aus dünnen straffen Bindegewebsfasern. Diese vereinigen sich ebenfalls in beiden Schichten zu dicht nebeneinanderliegenden Strängen, welche in geringen Abständen nebeneinander verlaufen. Die äußere Längsschicht ist ein wenig schmäler als die innere Ringschicht. In beiden Schichten finden

sich lange dünne Faserkerne, welche aus Querschnitten punktförmig erscheinen. Die innere Bindegewebsschicht, in welcher sich die Gefäße verzweigen, ist mit einer dünnen Lage von Plattenepithel ausgekleidet. Mit LEYDIG findet JACOBS die Gefäßversorgung spärlich und keine Muskeln. Ein in den Schlund mündender Längskanal, an den sich kleinere Querkanäle anschließen und der niedrige Zylinderzellen besitzt, endigt, wie CARUS (zit. nach einem Ref. im Zool. Anz., Bd. XVI) richtig bemerkt, blind im Bindegewebe, da, wo sich der Verbindungsstrang an die Knochenkapsel ansetzt. Die Zylinderzellen bieten jedoch für einen drüsigen Bau, wie ihn JAQUET *94* angibt, keine besonderen Anhaltspunkte. Die von RATHKE *38* an der hinteren Seite der Blase vermutete Blutdrüse konnte JACOBS nicht feststellen./ (JACOBS *98*.)

/Mit dem anatomischen Verhältnis zwischen dem Gehörorgane und der Schwimmblase bei Cobitis fossilis beschäftigen sich auch unter Berücksichtigung der älteren Literatur (E. H. WEBER, BOJANUS, TREVIRANUS, BRESCHET, C. HASSE, J. NUSBAUM, SAGEMEHL, W. G. RIDEWOOD, BRIDGE und HADDON, GEGENBAUR, WIEDERSHEIM, JACOBS) NUSBAUM und SIDORIAK. Dieselben finden, daß an der Verbindung des Gehörorganes mit der Schwimmblase bei Cobitis fossilis nicht drei, wie es E. H. WEBER und C. HASSE behauptet haben, sondern die vier ersten Wirbel teilnehmen und verfolgen die Umgestaltung und Anpassung der Bestandteile an ihre speziellen Funktionen eingehend.

J. NUSBAUM und SIDORIAK finden, daß die von JACOBS *98* bestrittene Angabe WEBERS, daß nämlich die Schwimmblase von Cobitis aus einem vorderen, paarigen Hauptteile und einem sehr kleinen hinteren, kugeligen unpaaren Abschnitte besteht, welcher durch die hintere unpaare Öffnung der knöchernen Schwimmblasenkapsel nach außen tritt, ganz richtig ist. Die Schwimmblase besteht aus zwei membranösen Säcken, von welchen der äußere wieder aus zwei Membranen besteht, die miteinander durch lockeres, faseriges Bindegewebe verbunden sind. Jede dieser Membranen besteht aus sehr regelmäßig, parallel und sehr dicht nebeneinander verlaufenden, langen Faserbündeln, welche in einer homogenen Grundsubstanz eingebettet sind, in der zahlreiche, sehr lange, charakteristische, intensiv sich färbende stäbchenförmige Kerne, sowie rundliche Wanderzellen vorhanden sind. In der äußeren Membran verlaufen alle Faserbündel zirkulär, in der inneren dagegen in der Richtung der langen Achse der Blase, d. h. von rechts nach links. Der innere Sack ist auch aus zwei Membranen zusammengesetzt, einer äußeren und einer inneren; beide werden von einem faserigen, sehr derben und elastischen Bindegewebe gebildet, welches aus unregelmäßig verlaufenden und miteinander sich durchflechtenden Fasern besteht. Die innere Membran ist auf ihrer inneren Oberfläche von einem einschichtigen Plattenepithel bedeckt. Beide Membranen sind miteinander vermittelst einer sehr lockeren, äußerst dünnen, faserigen Bindegewebsschicht verbunden. Die Wand des hinteren unpaarigen Abschnittes der Blase stellt fast ausschließlich eine Verlängerung des inneren Sackes dar. JACOBS Beschreibung ist nach NUSBAUM und SIDORIAK unrichtig, er hat offenbar den äußeren Sack mit dem inneren verwechselt./ (J. NUSBAUM und SIDORIAK *99*.)

/SÖRENSEN untersuchte mehrere südamerikanische Fische aus der Familie der **Siluroiden** und **Characinidae**, welche eigentümliche Töne hören lassen, wofür das hauptsächliche Organ die Schwimmblase ist. Der Ton entsteht durch die Tätigkeit der Muskeln, welche entweder direkt an der Schwimmblase oder an der Querapophyse des dritten Wirbels inserieren.

Bei den Characinidae werden die elastischen Teile der Schwimmblase durch die Muskelkontraktion der Länge nach gespannt und die Vibration, welche aus dieser rhythmischen Bewegung entsteht, überträgt sich auf die in der Höhle der Schwimmblase enthaltene Luft. Bei den Siluroiden wird der vordere Teil der Schwimmblase durch die alternierende Kontraktion und Erschlaffung des Muskels abwechselnd nach vorn und nach hinten gezogen; während dieser Bewegungen setzt die Luft, indem sie durch unvollständige Querscheidewände zieht, diese in Vibration, und so entsteht der Ton. Höhe oder Tiefe des Tones stehen in direkter Proportion zur Schnelligkeit der Schwingungen. Die untersuchten Fische gehörten folgenden Genera an: Ageniosus, Doras, Platystoma, Pseudaroides, Prochilodus, Chalcinus, Pygocentrus und Myletes, mehrere wurden lebend untersucht. Keiner dieser Fische atmet mit Hilfe der Schwimmblase./ (SÖRENSEN *79*.)

Characinidae: /Bei Erythrinus mündet der Ductus pneumaticus in den seitlichen Teil des Schlundes. Die hintere größere Abteilung der Schwimmblase zeigt in ihrer ganzen vorderen Hälfte rundum zellige Beschaffenheit der Wände. Auch hier zeigt das Verhalten der Blutgefäße, daß die zellige Schwimmblase nicht zum Atmen bestimmt ist./ (J. MÜLLER *41b*.)

Siluridae: /Bei gewissen Siluroiden (Auchenipterus, Synodontis, Doras, Malapterurus und Euanemes) besitzt die Schwimmblase einen Springfederapparat zur Verdünnung und Verdichtung der Luft der Schwimmblase. Diese Fische haben am ersten Wirbel jederseits einen großen Fortsatz, der mit einer schmalen dünnen Platte am Wirbel entspringend, zuletzt sich zu einer großen runden Platte ausdehnt. Der Fortsatz ist die elastische Feder, welche mit ihrem plattenförmigen Ende die Schwimmblase jederseits der vorderen Fläche tief eindrückt. Ein dicker Muskel entspringt von der inneren Fläche des Helms des Schädels und heftet sich an die Platte; wenn er wirkt, so hebt er sie von der Schwimmblase ab, setzt die Feder außer Tätigkeit und verdünnt die Luft der Schwimmblase./ (J. MÜLLER *42a*.)

/Die Siluridae besitzen zwar keine Lungen, aber eine Bildung, welche sich damit vergleichen läßt, nämlich zwei laterale Säcke, von denen je einer an der Kiemenkammer anhängt. Sie erhalten ihre Arterien vom dorsalen Teil des 4. Kiemenbogens, wie bei den Amphibien (PERRIER, Traité de Zoologie, fasc. 6, Poissons. Masson, Paris 1903)./ (WEBER und BUVIGNIER *03c*.)

/JAQUET unterscheidet in der Wand der Schwimmblase von Silurus glanis L. fünf Schichten, welche er mit der Pinzette voneinander trennen konnte, von innen nach außen zwei sehr dünne Membranen, dann zwei Faserschichten und endlich die Tunica externa./ (JAQUET *99*.)

/MACALLUM gibt eine makroskopische und mikroskopische Beschreibung der Schwimmblase von Amiurus catus. Die Wand derselben besteht aus zwei Schichten. Die innere Schicht ist sehr dünn und membranähnlich. Die äußere Schicht besteht aus Bindegewebe und elastischen Fasern. Die Bindegewebsfasern verlaufen in allen Richtungen, aber größtenteils längs, alsdann quer. Die Längsfasern liegen im allgemeinen außen. Die elastischen Fasern sind sehr zahlreich und verzweigen und verbinden sich untereinander, indem sie die leimgebenden Bündel bisweilen umgeben, bisweilen durchdringen.

Die innere Schicht besteht aus einem Plattenepithel hexagonaler Zellen und nach außen von diesen aus einem fibrösen Blatt. Das Platten-

epithel ist überall gleich und zeigt über den Blutkapillaren nicht, wie dies für andere Fische beschrieben ist, eine andere Entwicklung. Elastische Fasern finden sich hier nicht. Muskeln konnten nicht aufgefunden werden. Eine Blutdrüse fehlt bei Amiurus catus./ (MACALLUM *84*.)

Ophidiidae. Über die Schwimmblase von Fierasfer vergl. die hier noch nicht berücksichtigte Arbeit von BYKOWSKI und NUSBAUM *04*.

Gadidae. /Die Schwimmblase bei Lota vulgaris verhält sich ganz ähnlich wie bei Perca fluv. und Esox lucius (siehe diese). Bei Lota vulgaris sind die zelligen Säume viel dicker als bei Perca./ (CORNING *88*.)

/Bei Gadus aeglefinus sind die Drüsenzellen nach Alkoholfixierung 28 zu 13 μ groß, ihr Protoplasma ist fein granuliert und gestreift, die Kerne sind groß und oval. In der Abbildung (siehe Fig. 74) ist die Innenzone der Zellen gekörnt gezeichnet, die Außenzone gestreift./ (VINCENT and BARNES *96*, p. 549.)

Pleuronectidae. O. THILO (Die Vorfahren der Schollen. Bull. de l'Acad. imp. d. Sc. de St. Pétersbourg, 5. sér., Bd. 14, N. 3, Mars 1901, p. 330) teilt mit, daß bei Schollen die Schwimmblasen zurückgebildet werden, wenn die pelagischen Jugendformen der Schollen sich zu Bodenformen umbilden, während nach EHRENBAUM *96* bei jungen Schollen von 5—27 mm Länge Schwimmblasen vorkommen.

Percidae. Makroskopisches über die Schwimmblase des Barsches siehe bei VOGT und YUNG *94*, p. 523f.

/Bei Perca ist der Drüsenkörper (roter Körper) nicht eine kompakte Masse, sondern über das Innere der Schwimmblase ausgebreitet./ (QUEKETT *44*.)

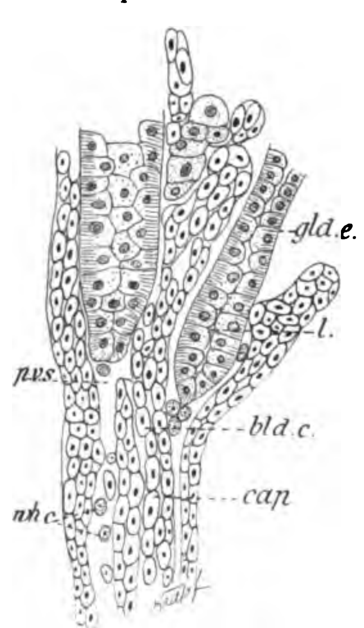


Fig. 74. **Schwimmblase von Gadus aeglefinus.** Vertikalschnitt durch einen Teil des roten Körpers (Drüse) bei 400facher Vergrößerung, reduziert auf $^4/_5$. *gld.e* Drüsenepithel. *l* Drüsenlumen, *cap* Kapillaren, *bld.c* Blutkörperchen, *p.v.s* perivaskulärer Lymphraum, *whc* Leukocyten. (Nach VINCENT and BARNES *96*.)

/Perca fluviatilis: Der Peritonealüberzug schließt gegen die Bauchhöhle hin mit einer Lage von Plattenepithelzellen ab. Auf diese folgt nach innen die fibröse Haut, die eine äußere ringförmige und eine innere Längsschicht unterscheiden läßt. Muskelfasern konnte CORNING nicht nachweisen, dagegen fand er besonders gegen den innersten Teil der fibrösen Schicht elastische Fasern, die jedoch keineswegs zu einer selbständigen Schicht entwickelt sind. Auf die fibröse Schicht folgt ein Plattenepithel, das sich in nichts von dem Plattenepithel des Peritoneums unterscheidet, (Bei Esox lucius und Acerina cernua besitzt dieses Epithel den nämlichen Charakter.)

In der Schwimmblase von Perca fluviatilis finden sich Vorrichtungen von zweierlei Art, die sich beide auf die Verzweigung der Gefäße beziehen. Im vorderen Teil der Blase die Blutdrüsen, die dem Gefäßbezirke des Intestinaltractus angehören; im hinteren Teil einfache Wunder-

netze, die bloß durch eine Epithellage von dem Lumen der Schwimmblase getrennt sind.

Die bereits von DE LA ROCHE und JOH. MÜLLER eingehend beschriebenen Blutdrüsen bestehen bei Perca fluviatilis aus fächer- oder tulpenförmigen Ausstrahlungen der Gefäße, die von dicken gelblichen Säumen umgeben sind. In den Säumen verlaufen Gefäße, die jedoch nicht mehr fächerförmig angeordnet sind, sondern ein unregelmäßiges und ziemlich dichtes Netz bilden. Es finden sich meist neun und nie mehr als zehn solche Blutdrüsen bei einem Exemplar. Die von CORNING genau beschriebene Gefäßanordnung in der Blutgefäßdrüse zeigen Fig. 75 und 76. Die meisten Gefäße gehen in ein zwischen den Zellen liegendes Gefäßnetz ein. In den „zelligen Säumen" sind die Zellen in Balken oder Strängen angeordnet, welche sich ganz atypisch zwischen die Blutgefäße einlagern, an vielen Stellen haben sie einen radiären Ver-

Fig. 75. Fig. 76.

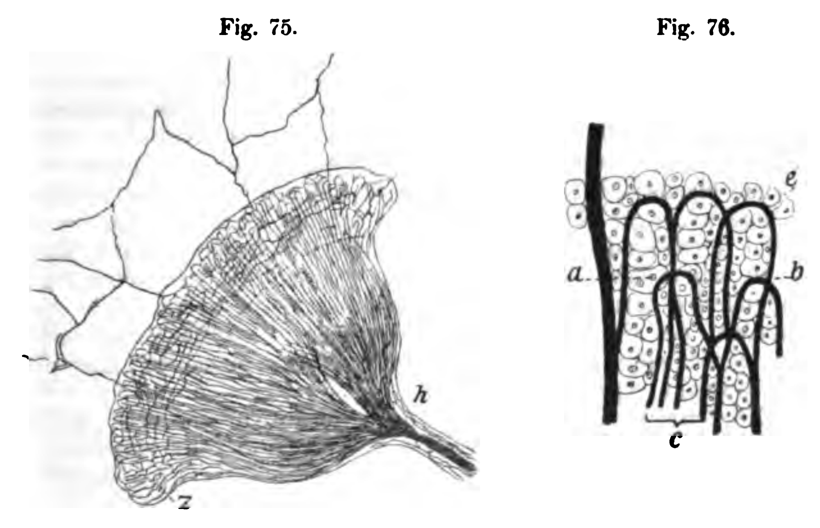


Fig. 75. **Blutdrüse aus der Schwimmblase von Perca fluviatilis.** Gefäßverteilung im Flächenpräparat. *h* Hilus der Blutdrüse, *z* zelliger Saum. (Nach CORNING *88*.)

Fig. 76. **Schwimmblase von Perca fluviatilis.** Gefäßschlingen am Rand des zelligen Saumes der Blutdrüse. *a* Große Zelle mit zwei Kernen, *c* Gefäße der Schlingen, *b* Anastomose mit dem hinteren Gefäßbezirk, *e* Grenze des zelligen Saumes gegen die Peripherie zu. (Nach CORNING *88*.)

lauf. CORNING kann in denselben weder die von JOH. MÜLLER gesehenen Drüsenlumina noch Ausführgänge erkennen.

Bei Perca fluviatilis finden sich in der dorsal von der Wundernetzschicht liegenden Schicht eigentümliche Pigmentzellen, welche meist einen sternförmigen Umriß haben oder sich als Pigmentkugeln mit kurzen, klumpigen Fortsätzen darstellen, oder als einfache Pigmentflecke ohne Fortsätze. / (CORNING *88*.)

/ Bezüglich der Schwimmblase des Barsches bestätigt JACOBS die wesentlichsten Befunde CORNINGS *88*. Die zelligen Säume bestehen aus mehreren übereinanderliegenden Schichten von Zellen, welche den gleichen Charakter besitzen wie beim Hecht, nur daß sie beim Barsch größer sind. In Übereinstimmung mit CORNING hat JACOBS Öffnungen auf der inneren die drüsigen Säume der Schwimmblase beim Barsch überkleiden-

den Schicht nicht gefunden. Zellen mit zwei Kernen in den zelligen Säumen, wie sie CORNING in seiner Fig. 4 darstellt, scheinen JACOBS nicht vorhanden zu sein.

Da bei Esox und Perca in der vorderen Schwimmblase mehrere übereinanderliegende Zellschichten vorhanden sind, zwischen denen eine bedeutende Gefäßverzweigung stattfindet, wodurch eine Oberflächenvergrößerung hervorgerufen wird, so kann man mit aller Wahrscheinlichkeit darauf schließen, daß diese Fische dadurch in den Stand gesetzt sind, für statische Zwecke schnell Gas zu produzieren.

Nach den histologischen Ergebnissen kann man die Schwimmblasen von Esox und Perca nicht in der Weise für die Atmung in Anspruch nehmen, wie den Ductus pneumaticus des Aales. Der gleichfalls hohe Sauerstoffgehalt der Schwimmblasenluft stimmt mit den Blutgasen überein. / (JACOBS *98.*)

/ Bei Lucioperca sandra stellt der rote Körper eine nur in der Fläche entwickelte Drüse ohne Ausführgänge dar. Das Oval weist eine direkt unter dem inneren Schwimmblasenepithel liegende Verzweigung von Blutgefäßen auf, ähnlich, wie wir es sonst in der Lunge höherer Tiere beobachten. Bei Lucioperca läßt sich in der Schwimmblasenwand eine innere, sog. Gefäßhaut, bedeckt von großen polyedrischen Plattenepithelien und eine äußere derbe aus straffem fibrösem Bindegewebe mit zahlreichen elastischen Fasern und wenig zelligen Elementen bestehende Wand unterscheiden. Die innere Haut läßt das Oval frei und verstärkt seinen so entstehenden Rand durch zirkulär verlaufende glatte Muskelfasern zu einem sich scharf abhebenden Saum, der sich ohne jegliche Verbindung der darunter liegenden Membran locker anlegt. Die glatten Muskelfasern des Saumes stehen in kausalem Zusammenhang mit der überaus verschiedenen Größe, die das Oval bei einzelnen Exemplaren zeigt. / (JAEGER *03.*)

/ Die Schwimmblase bei Acerina cernua verhält sich ganz ähnlich wie bei Perca fluviatilis und Esox lucius (siehe diese). / (CORNING *88.*)

Triglidae. / Beim Knurrhahn (Trigla gurnardus) findet sich eine Drüse (roter Körper), welche dieselbe parallele Gefäßanordnung zeigt wie beim Stockfisch, ebenso verhält es sich bei zahlreichen weiteren von QUEKETT untersuchten Fischen. / (QUEKETT *44.*)

/ Bei Trigla hirundo hat die Schwimmblase eine starke Muskelschicht aus quergestreiften Bündeln, deren ungemeiner Nervenreichtum bemerkenswert ist.

Die sehr dickwandige Schwimmblase besitzt bei Dactylopterus volitans auf beiden Seiten einen 4‴ starken Muskelwulst, der sich um die ganze hintere (obere) Seite der Schwimmblase erstreckt. Er besteht aus quergestreiften Bündeln, welche in den äußeren Schichten quer und in den inneren nach der Länge verlaufen. Letztere Lage ist beträchtlich dünner, als die aus querziehenden Bündeln zusammengesetzte. Diese Muskulatur ist ungemein nervenreich. Die Wand der Schwimmblase selbst zerlegt sich in eine äußere aus gewöhnlichem, derbem Bindegewebe bestehende Haut und eine innere, sich leicht ablösende Membran, die nicht flimmert und zahlreiche „elastische Plättchen" eingewebt hat. Das Innere der Schwimmblase, welche durch eine Scheidewand in zwei Hohlräume zerfällt, hat sehr entwickelte „rote Körper". / (LEYDIG *54b.*)

Sciaenidae. / Die Schwimmblase bei Sciaena aquila (Risso) besteht aus einer äußeren bis 0,3 cm dicken außerordentlich derben Faserschicht von hyalinem Charakter und einer inneren, aus verflochtenen

Bindegewebsbündeln sich aufbauenden Membran mit zahlreichen zelligen Elementen und elastischen Fasern. Nach innen folgt eine dritte Membran, welche durch Bindegewebszüge mit der mittleren Schicht locker verbunden ist und aus geformtem Bindegewebe besteht, das von einem zarten einschichtigen Plattenepithel überzogen ist. An der dorsalen Schwimmblasenwand findet sich eine ovale Unterbrechung, die nur von dem Plattenepithel überkleidet wird, das „O v a l" (diese Unterbrechung wurde schon von CORNING bei Perca fluviatilis beschrieben). Die Begrenzung des Ovals (siehe Fig. 77) bildet ein S a u m, welchen das sich stark verdickende Bindegewebe der inneren Membran liefert. Der Saum ist allseitig von

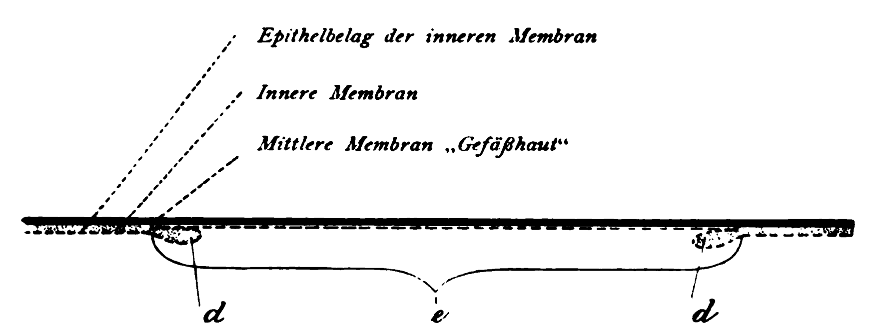
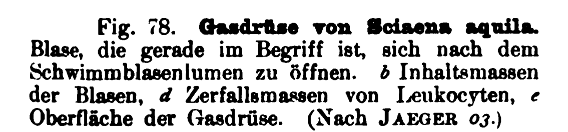


Fig. 77. **Schema des Ovals von Sciaena aquila.** Querschnitt (Längendurchmesser). *d* Saum, *e* Peripherie des Ovals. (Nach JAEGER *03*.)

zirkulär verlaufenden Zügen glatter Muskelfasern bedeckt. Der äußeren Membran endlich legt sich das Peritoneum locker an. Unter dem zarten einschichtigen Plattenepithel des Ovals findet sich ein Kapillarnetz, das in seiner Dichte und Feinheit mit Ausnahme des roten Körpers kaum ein Analogon finden dürfte. Im Anschluß an diese Kapillarschicht weist die Gefäßhaut, wie JAEGER die mittlere Membran wegen ihres Gefäßreichtums nennt, im Bereiche des Ovals noch eine Lage glatter Muskelfasern auf, die in der Richtung der Längs- und Querachse desselben verlaufen. Endlich beschreibt JAEGER eigentümliche verästelte Ausstülpungen der äußeren Mem-




Fig. 78. **Gasdrüse von Sciaena aquila.** Blase, die gerade im Begriff ist, sich nach dem Schwimmblasenlumen zu öffnen. *b* Inhaltsmassen der Blasen, *d* Zerfallsmassen von Leukocyten, *e* Oberfläche der Gasdrüse. (Nach JAEGER *03*.)

bran in der oberen Hälfte der Schwimmblase vor ihrer Verbindung mit der Leibeshöhlenwand zu beiden Seiten. Der r o t e K ö r p e r (siehe Fig. 78) baut sich auf aus einem in der inneren Membran zur Entwicklung gelangenden Wundernetz und einem der gleichen Wandschicht angehörenden Epithelkörper, der sich in seiner Ausbreitung mit der des Wundernetzes völlig deckt. Die zelligen Elemente treten zu den Blutkapillaren in die engste Beziehung und bilden eine in die

Tiefe sich ausbreitende Drüse mit Ausführgängen. Die Epithelzellen von atypischen Lagebeziehungen haben granuliertes Protoplasma oft mit Vakuolen. Die Kerne haben ein sehr großes Kernkörperchen. Die Ausführgänge führen aus den Tiefen des Epithelkörpers nach dessen Oberfläche und sind stellenweise stark erweitert. Nach Vereinigung mehrerer Kanäle zu einem Hauptkanal erreichen diese die Oberfläche des Epithelkörpers, und zwar an Stellen, an denen sich Lakunen finden. Der Epithelkörper ist reich an Lymphocyten. / (JAEGER *03*.)

/ Bei Cepola zeigt die äußerst dünne Schwimmblase die von LEYDIG auch bei anderen Fischen beschriebenen „elastischen Plättchen". / (LEYDIG *54 b*.)

Scomberidae. / Bei Zeus faber nimmt der rote Körper ungefähr die vordere Hälfte der Innenfläche der ventralen Wand der Schwimmblase ein. Die Drüsen sind an vier Stellen in Form einer 3 angeordnet. An Schnitten läßt sich ohne Schwierigkeit die Kontinuität des die Schwimmblase innen bedeckenden Epithels mit der Drüsenstruktur nachweisen. Die Drüsenzellen sind (Alkoholfixierung) ungefähr 15 zu 10 μ groß mit Kernen von ungefähr 6 zu 4 μ. / (VINCENT and BARNES *96*, p. 550.)

Lungenatmung.

Es sind hier zu betrachten nicht nur die Lungen selbst, in welchen sich der Austausch zwischen dem Gasgemisch der atmosphärischen Luft und den Gasen des Blutes vollzieht, sondern auch jenes Röhrensystem, durch welches die Luft zu den Lungen strömt, also Kehlkopf, Luftröhre und Bronchien. Der Anfangsteil des luftleitenden Apparates, die Mundhöhle und die Nase. fällt hier weg, da erstere (die Mundhöhle) bereits im III. Teil dieses Lehrbuches behandelt wurde, während letztere (die Nase) aus praktischen Gründen zugleich mit dem Geruchsorgan einem eigenen Teile dieses Lehrbuches zugewiesen wurde.

Die Schilderung dieser Organe (Kehlkopf, Luftröhre, Bronchien, Lungen) habe ich so angeordnet, daß ich den Bau derselben zunächst in den Hauptzügen verfolge, soweit er in den verschiedenen Wirbeltiergruppen gemeinsam ist oder charakteristische Unterschiede zeigt. Daran soll sich ein Ausblick auf die Entstehung des Lungenatmungsapparates in der Wirbeltierreihe schließen. Dann werde ich, der Wirbeltierreihe folgend und von den Dipnoern und Amphibien bis zum Menschen fortschreitend, den speziellen Bau des Lungenapparates im einzelnen zur Darstellung bringen.

Kehlkopf. Nachdem sich Luft- und Speiseweg getrennt haben, tritt die Luft zunächst in den Kehlkopf (Larynx). Derselbe dient bei der Mehrzahl der Wirbeltiere als Stimmorgan; bei Vögeln dagegen ist der Larynx rudimentär und der Stimmbildung dient ein an der Teilungsstelle der Trachea in die Bronchien neuentstandener unterer Kehlkopf (Syrinx).

Gestützt durch ein Skelett hyaliner, bei höheren Wirbeltieren zum Teil auch elastischer Knorpel, bewegt durch eine oft reichgegliederte, der Willkür unterworfene Muskulatur, wird der Kehlkopf ausgekleidet von einer zur Drüsenbildung befähigten Schleimhaut, deren Epithel im allgemeinen flimmert, an bestimmten Stellen, so besonders den Stimmbändern der höheren Wirbeltiere, dagegen zum geschichteten Pflasterepithel wird.

/Das Epithel der Mucosa im Kehlkopf der Wirbeltiere ist wohl durchweg ein flimmerndes, nur der zunächst für die Stimmbildung dienende Teil des Kehlkopfes hat bei Säugetieren und Reptilien cilienloses Plattenepithel. So haben beim Hunde die oberen und unteren Stimmbänder Plattenepithel, ebenso beim Kaninchen, bei der Katze beginnt Flimmerepithel erst unterhalb der Stimmritze (RHEINER), auch bei der

Ring- oder Längsverlauf unter dem Epithel, im übrigen Bindegewebe verflechten sie sich in wechselnder Weise. Bei Vögeln und Säugetieren zeigt sich eine feste Regel in der Anordnung. Unter dem Epithel, aber von demselben durch einen Bindegewebsstreifen getrennt, findet sich eine bald dünne, bald außerordentlich dicke Schicht von vorwiegendem Längsverlauf. Im übrigen Bindegewebe verlaufen sie bald isoliert, bald in Bündeln längs, ringförmig oder schräg von außen nach innen, stets dichter in den interanulären Räumen. An der Hinterwand finden sich in den Knorpel eindringende Bündel, welche als elastische Sehnen dienen und zwar dann, wenn die Ringe unvollständig sind und glatte Muskulatur vorhanden ist (Säugetiere). Auch die Drüsen sind bei Säugetieren und Vögeln dicht von elastischen Fasern umgeben (auch die Drüsenausführgänge). / (LIVINI *96*.)

Lunge. Der Lungenbau muß die Möglichkeit des Gasaustausches zwischen Luft und Blut garantieren. Auf möglichst großer Fläche müssen große Luftmengen möglichst nahe an das strömende Blut herantreten können. Dies wird bewirkt durch ein ausgedehntes Kapillarnetz, welches mit dem zu einem außerordentlich dünnen Häutchen umgewandelten Oberflächenepithel in möglichst unmittelbaren (das Fehlen jedes Zwischengewebes ist eine ideale Forderung) Kontakt tritt. Die reiche Luftventilation wird zum größten Teil durch außerhalb der Lunge gelegene Organe bewirkt (passive Ventilation der Lunge). So handelt es sich um einen Druckpumpenmechanismus (Schluckmechanismus) bei den niederen Lungenatmern und um einen Saugpumpenmechanismus (Rippen und Zwerchfell) bei den höheren Lungenatmern. Auch eine Beteiligung der sog. Luftsäcke der Vogellunge beim Luftwechsel (nach Art eines Gebläses) wäre der passiven Ventilation zuzurechnen. Ferner wirken aber bei der Luftventilation der Wirbeltierlunge auch in der Lunge selbst gelegene Gewebe mit (aktive Ventilation der Lunge). So wird die Exspiration wesentlich unterstützt durch ein die kleinsten Lufträume umhüllendes elastisches Netzwerk (Mehrzahl der Wirbeltiere). Zur aktiven Ventilation können ferner beitragen die bei manchen Wirbeltiergruppen in der Lunge vorhandenen, bei Amphibien und Reptilien besonders entwickelten glatten Muskelelemente, wobei für den speziellen Fall zu entscheiden bleibt, wie weit diese Muskelelemente vermöge ihrer Anordnung der Exspiration und wie weit sie der Inspiration (Einpressung der Luft in die kleineren Lufträume) dienen können.

/ Das Bindegewebe, welches das Gerüst der Lunge liefert, erscheint bei Säugern und Vögeln dergestalt von elastischen Elementen durchwebt, daß sie nahezu die Grundmasse des ganzen Lungengestelles ausmachen, während in der Lunge der Reptilien, wo Muskeln sehr verbreitet sind, die elastischen Fasern zurücktreten. / (LEYDIG *57*, p. 372.)

Lungenepithel.

Das Vorhandensein eines die kleinsten Räume der Lunge (die Alveolen) auskleidenden Epithels, des sog. Lungenepithels, erschien in früherer Zeit namentlich für die zunächst in erster Linie ins Auge gefaßte Lunge der Säugetiere und des Menschen zweifelhaft. Positive Befunde bei niederen Wirbeltieren ließen es dann auch bei den Säugetieren vermuten, und die fortschreitende Technik brachte den Nachweis. Am sprödesten erwies sich für den Nachweis des Epithels die Vogellunge,

doch fehlt natürlich das Epithel auch hier nicht, weil sonst die Blutkapillaren nackt zu Tage treten würden, was ja nicht denkbar ist.

Da das Vorhandensein eines Epithels für unsere gesamte heutige Auffassung vom Atmungsvorgang grundlegend sein muß, möchte ich jene Kontroverse über das Lungenepithel aus dem Staube der Geschichte hervorziehen und in den Hauptzügen vorführen.

Die Mehrzahl der im folgenden erwähnten Untersuchungen mag an Säugetieren gemacht sein, doch bestimmt mich der Umstand, daß die ausschlaggebenden Befunde zuerst an niederen Wirbeltieren gemacht wurden, dieses Kapitel nicht erst bei den Säugetieren, sondern schon hier einzureihen.

Zur notwendigen Ergänzung der folgenden Darstellung dienen die später bei Besprechung der einzelnen Gruppen der Lungenatmer gegebene Einzelbeschreibung des Lungenepithels, sowie die dort wiedergegebenen Abbildungen.

Zur besseren Übersicht stelle ich folgende Zusammenfassung über die im Laufe der Jahre geäußerten Urteile einiger Autoren voraus:

1. Ein Epithel vermißten irrtümlicherweise:
   - Rainey 1845 (nach Deichler *61a* u. a.)
   - Rainey *48*.
   - O. Köstlin *48*.
   - Rainey *49*.
   - Rainey *55*.
   - Todd and Bowman (nach Deichler *61a*).
   - Ecker 1852—59 (nach Leydig *57*).
   - Deichler *61a* (nach Hertz *63*).
   - Deichler *61b*.
   - Zenker *62*.
   - Wagner *62*.
   - Ph. Munk *62a*.
   - Henle (nach Hertz *63*).
   - Luschka (Anat. des Menschen, Bd. I, H. 2, p. 311, nach Arnold *63b*).
   - Bakody *65*.
2. Ältere auf unrichtigen oder nicht einwandsfreien Beobachtungen beruhende Angaben über das Vorhandensein eines Epithels machten:
   - Henle und Valentin 1840 (nach Remak *62*).
   - Valentin und Purkinje (nach Eberth *63*).
   - Addison *42*.
   - Remak 1845 (nach Remak *62*).
   - Carpenter, Quain and Sharpey, Kirkes and Paget } (nach Williams *59*).
   - Kölliker *50/54*.
   - Schröder van der Kolk, Harting, Adriani } (nach Williams *59*).
   - Schultz *50*.
   - Black 1853 (nach Donders *56*).
   - Mandl *38—47*.
   - Williams *55*.
   - Funke *55*.
   - Milne Edwards *57*.
   - Brittan 1857 (nach Eberth *63*).

HALL *57*.
WATERS *60*.
MOLESCHOTT *60*.
REMAK *62*.

Hierher gehören schließlich auch die unter 3. und 4. genannten Autorengruppen.

3. Ein unvollständiges (unterbrochenes) Epithel nahmen irrtümlicherweise an:
   DONDERS *56*.
   EBERTH *62*.
   VIRCHOW 1862 (nach EBERTH *63*).
   HERTZ *63*.
   EBERTH *63*.
   LUSCHKA *63*.
   FREY 1863 (nach CHRZONSZCZEWSKY *63*).
   ARNOLD *63a*.
   ARNOLD *63b*.
4. Ein gleichmäßiges Epithel nahmen irrtümlicherweise an:
   FUNKE *55*.
   WILLIAMS *59*.
   CHRZONSZCZEWSKY *63*.
   HIRSCHMANN *66*.
   CHRZONSZCZEWSKY *66*.
   PISO-BORME *67*.
   BAYER *67* (für Säugetiere).
5. Das Lungenepithel erkannten richtig:
   (Vorläufer: EBERTH *63*, COLBERG *63*.)
   ELENZ *64*.
   EBERTH *64*.
   O. WEBER *64*.
   COLBERG *66*.
   CH. SCHMIDT *66*.
   KÖLLIKER *67*.
   BAYER *67* (für Amphibien).
   W. KRAUSE *67*.
   F. E. SCHULZE *71*.
   BROWN *74a* und *74b*.
   KÜTTNER *76*.
   KÖLLIKER *80a*, *80b* und besonders *81*.
   Die neueren (seit KÖLLIKER *81*) anatomischen und histologischen Lehrbücher und Spezialwerke.

/HENLE und VALENTIN glaubten 1840, daß das flimmernde Zylinderepithel der Bronchien sich bis in die Lungenbläschen erstrecke./ (REMAK *62*.)

/VALENTIN und PURKINJE nahmen an, daß das flimmernde Zylinderepithel, welches sie entdeckt hatten, sich bis in die Alveolen fortsetze./ (LAUNOIS et MORAU *92* und EBERTH *63*.)

/ADDISON erkennt mit Bestimmtheit, daß in den respirierenden Räumen (seinen air-cells) das flimmernde Zylinderepithel fehlt, dagegen beschreibt er hier ein Epithel, das aus großen runden kernhaltigen Schuppen besteht, bei denen bis 15 oder mehr Kerne in einer einzigen Schuppe gezählt wurden./ (ADDISON *42*, p. 162.)

Während DEICHLER *61a* diese positiven Angaben ADDISONS notiert, hatten WATERS *60* und F. E. SCHULZE *71* offenbar nur von dem das Fehlen des Zylinderepithels betreffenden Satze ADDISONS Kenntnis, indem sie angaben, ADDISON habe das Vorhandensein des Lungenepithels ganz geleugnet.

/ RAINEY (Medico-chirurgical Transactions, Vol. 32, 1845) leugnet das Lungenepithel entschieden. / (DEICHLER *61a.*)

/ Ebenso leugnet TODD und BOWMAN (Physiological Anatomy) das Lungenepithel, der letztere Autor nimmt jedoch in einem anderen Artikel ein Epithel an.

Ein Epithel nehmen an CARPENTER (Human Physiology, 4. edit., p. 513). QUAIN and SHARPEY, KÖLLIKER, ROSSIGNOL, ADRIANI, SCHROEDER VAN DER KOLK, SCHULTZ, WILLIAMS, RADCLYFFE HALL. MANDL ist der Ansicht, daß die Alveolen von sehr feinen Körnchen ausgekleidet werden, welche den Kernen von neugebildeten Epithelzellen gleichen, die in ihrer Entwicklung zurückgeblieben sind. Mit dieser Anschauung MANDLS stimmt auch MILNE EDWARDS überein. / (WATERS *60.*)

/ Ob das, was MANDL in seiner Taf. 30, Fig. 10 abbildet, Reste des Lungenepithels sind, möchte ich dahingestellt sein lassen. Er vergleicht dasselbe mit der unteren Schicht des Flimmerepithels. / (MANDL *38—47.*)

/ Die Alveolen (air cells) der Lunge bestehen nach RAINEY nur aus zwei Gewebsteilen, den Blutkapillaren und der Membran, durch welche diese bekleidet und miteinander verbunden werden, „pulmonary membrane". Diese Membran besteht hauptsächlich aus einem unregelmäßigen Flechtwerk von äußerst zarten Fasern, welche rund um die Kommunikationsöffnungen zwischen den Alveolen sehr deutlich sind, wo sie etwas zirkulär zu sein scheinen. Diese Membran ermangelt nach RAINEY jeder irgendwie regelmäßig gebildeten Körperchen. Das Auftreten von kleinen Zellen kann gelegentlich in manchen Teilen der Membran beobachtet werden, ist aber so selten, ihre Form und Größe ist so unregelmäßig und ihre Lage so ungewiß, daß sie RAINEY nicht als einen wesentlichen Teil ihres Baues, sondern nur als accidentell oder abnormal betrachten kann. Die Membran wird von keinem regelmäßigen Epithel bedeckt, das Flimmerepithel hört mit der Bronchialmembran auf, welche sich nicht weiter als bis zur Endigung des Bronchialrohres in die bronchialen interalveolären Gänge (intercellulare passage) erstreckt. (Über letztere siehe RAINEYS frühere Arbeit in Med. Chir. Trans., Vol. 28, p. 581.) / (RAINEY *48.*)

/ Auf der Membran der Lungenbläschen bemerkte J. VOGEL glänzende konvexe Körperchen. Dieselben wurden von REMAK (Diagnost. Untersuch., p. 87) als Auskleidung der Lungenbläschen beschrieben. Daß diese Zellen, welche KÖSTLIN (p. 290) eingehend beschreibt, unter die Pflasterepithelien gehören, läßt sich kaum bezweifeln, doch will sie KÖSTLIN eher den feinsten Bronchialästen zuschreiben und den Lungenbläschen selbst ein eigentliches Epithelium absprechen. / (O. KÖSTLIN *48*, p. 286 ff.)

/ RAINEY tritt von neuem dafür ein, daß die Alveolen der Lunge kein Epithel enthalten. Was ADDISON dafür gehalten hat, sind die Kerne der Blutkapillaren. Wenn RAINEY die Frage auch nicht für entschieden hält, so liegen doch bisher nur negative Befunde vor. RAINEY hat nun auch die Vogellunge in den Bereich der Untersuchung gezogen und macht folgende Kalkulationen: Bei den Vögeln ist die Trachea meist ganz von quergestreiften Muskelfasern umgeben. Die Bronchialröhren

der Vögel sind membranöse Gänge, umgeben von den Alveolen, sie durchziehen die Lungen in verschiedener Richtung und kommunizieren frei untereinander; ihr Kaliber ist gleichmäßiger als das der Bronchi der Säugetiere und die Interalveolengänge sind sehr klein und gehen unter rechten Winkeln ab, besonders von ihrer Seite, während sie sich bei Säugetieren an ihren Enden fortsetzen. Die Blutkapillaren haben keine Membran, welche sie miteinander verbindet, die Luft kann frei zwischen und um sie passieren, und so bieten sie der Atemluft die größtmögliche Oberfläche dar. Da es nun bei Vögeln und anderen niederen Wirbeltieren nicht möglich ist, daß der Gasaustausch des Blutes durch ein Flimmerepithel in den letzten Teilungen der Luftwege bewirkt wird, so muß es einleuchten, daß es für diesen Prozeß beim Menschen nicht wesentlich ist. RAINEY erkannte also das Epithel in der Vogellunge nicht und wollte daraus schließen, daß es auch bei den Säugetieren fehlen müsse. / (RAINEY *49*.)

/ Das Epithel ist in den Kanälen des atmenden Teiles der Atmungswege wahrscheinlich ein lamellöses Epithel. / (E. SCHULTZ *50*.)

/ RAINEY bespricht die ältere Literatur über das Lungenepithel und kommt von neuem zum Resultat, daß der Beweis für das Vorhandensein dieses Epithels nicht erbracht sei. Er ist auch immer noch der Ansicht, daß ein solches Epithel kein wesentlicher Bestandteil der Alveolen sei. / (RAINEY *55*.)

/ RAINEYS *55* Arbeit muß als Antwort auf WILLIAMS (Article: Respiration in TODDS Cyclopaedia) betrachtet werden. Auch hier behauptet RAINEY, daß die Alveolen der menschlichen Lunge an ihrer Innenfläche von keinem Epithel irgendwelcher Art ausgekleidet seien. Er sagt nicht, daß die Kapillaren absolut nackt seien, sondern beschreibt eine „pulmonary membrane" (siehe oben p. 171), welche als eine Fortsetzung der Basalmembran des Epithels der Bronchien betrachtet wird.

WILLIAMS hält seine Ansicht von dem Vorhandensein eines Epithels aufrecht und beantwortet die Einwände RAINEYS. / (WILLIAMS *55*.)

/ Das Epithel der Alveolen ist bei Säugetieren und beim Menschen nicht mehr ein Flimmerepithel, „sondern besteht, wie in anderen Drüsenbläschen, aus einer einfachen Lage rundlicher oder durch gegenseitige Abplattung polygonaler Zellen." / (FUNKE *55*.)

/ SCHRÖDER VAN DER KOLK (Nederl. Lancet, 3e Serie, II, 15) sah bei Säugetieren auf Querschnitten ganz deutlich ein dünnes überkleidendes Häutchen auf beiden Seiten der injizierten Blutgefäße. Daß aber auch ein Epithelium auf der freien Fläche vorhanden ist, davon kann man sich nach KÖLLIKER an frischen Tierlungen leicht überzeugen.

Unter den englischen Anatomen stimmt BLACK (Monthly Journ. of med. Sc., 1853, p. 2) nicht mit seinen Landsleuten überein; nach vorgängiger Maceration in Wasser erkannte er das Epithel auf der Innenfläche der Lungenbläschen. / (DONDERS *56*.)

/ H. MILNE EDWARDS nimmt auf Grund der Untersuchungen der Präparate MANDLS an, daß das Lungenepithel eine Lamelle darstellt, bestehend aus Epithelkörnchen, ähnlich sehr jungen Zellen, welche sich normal nicht zu schuppenförmigen Platten entwickeln, dies aber in verschiedenen pathologischen Zuständen tun können. / (H. MILNE EDWARDS *57*, B. II, p. 299, Anm. 1.)

/ BRITTAN (The British and foreign medico-chirurgical Review, Vol. XX, 1857) spricht von zweierlei Zellen, von Flimmer- und gewöhn-

lichen Epithelien, ohne jedoch die Standpunkte und die Verbreitung derselben festzustellen. / (EBERTH *63.*)

/ HALL hält die Gründe, welche RAINEY *55* gegen das Vorhandensein von Epithel in den Lungenbläschen vorgebracht hat, nicht für stichhaltig, ist vielmehr mit BRITTAN, über dessen Untersuchungsergebnisse er berichtet, der Ansicht, daß die Lungenbläschen ein dünnes Plattenepithel (a minute tesselated epithelium) besitzen. / (RADCLYFFE HALL *57.*)

/ Nach ECKER (Icones physiol.) soll in den Endbläschen der Lunge ein wirkliches Epithel fehlen. / (LEYDIG *57.*)

/ ECKER (Icones physiologicae), BOWMAN (TODD and BOWMAN, Physiological Anatomy), MANDL (Anatom. microscop. II, p. 327) teilen die Ansicht RAINEYS. / (DEICHLER *61b.*)

/ Nach DONDERS *56*, p. 351 liegen die Kapillaren ziemlich nackt da und Blut und Luft werden nur durch ein unvollkommenes Epithel und ein dünnes Häutchen voneinander geschieden. / (EBERTH *63.*)

/ „In den Lungenbläschen der Säuger und den Lungenzellen der Vögel scheint nirgends ein Flimmerepithel zu existieren, ja es ist LEYDIG damals nicht gelungen, das Epithel in den Lungenzellen der Vögel (Reiher, Taube) zweifellos zu sehen."

Die Lunge der Amphibien „flimmert bekanntlich, und die Zellen haben bei Coronella laevis hier und durch den ganzen Respirationsapparat einen scharf konturierten körnigen Inhalt." / (LEYDIG *57*, p. 374.)

/ CARPENTER, QUAIN and SHARPEY, KIRKES and PAGET, KÖLLIKER, SCHRÖDER VAN DER KOLK, HARTING, ADRIANI, SCHULTZ beschrieben ein Plattenepithel an der Innenfläche der Alveolen der Lunge.

WILLIAMS ist jetzt von dem Vorkommen dieses Epithels, welches er „hyalines Epithel" zu nennen vorschlägt, überzeugt.

WILLIAMS (p. 283) weist gegen RAINEY das Vorhandensein von Epithel in der Amphibienlunge (Triton) nach. Jedoch ist WILLIAMS Zeichnung nicht ganz richtig, indem er ein kontinuierliches Epithel (nämlich auch Kerne in den Epithelplatten über den Kapillaren) zeichnet. Im Text dagegen gibt WILLIAMS ganz richtig an, daß die Epithelschuppen, welche die Kapillarfelder der Tritonlunge bedecken, nicht nur die Cilien, sondern auch Kern und Körnchen verlieren.

In der Lunge des Frosches ist das Flimmerepithel auf die Ränder der Luftzellen und die Linien der größeren Gefäße beschränkt. Die Gefäßfelder besitzen „hyalines Epithel, von dessen Zellen nur die Konturen sichtbar sind. / (WILLIAMS *59.*)

/ WATERS hat sich von dem Vorhandensein eines Epithels überzeugt. Doch zeichnet er ein gleichmäßiges Lager von polygonalen Zellen, deren jede einen Kern in der Mitte trägt. / (WATERS *60.*)

/ Auch MOLESCHOTT tritt für das Vorhandensein des Epithels in den Lungenbläschen ein. / (MOLESCHOTT *60.*)

/ DEICHLER *61a* leugnet das Epithel und weist nach, daß das, was frühere Autoren für das Epithel hielten, die Kapillaren sind, so z. B. gehören hierher die Abbildungen von ADRIANI. KÖLLIKERS (1859) Abbildung erklärt DEICHLER für rein schematisch und sicherlich nicht nach dem Präparat gezeichnet.

Auch jetzt bleibt DEICHLER bei dieser Anschauung. / (DEICHLER *61b.*)

/ DEICHLER findet, daß das Flimmerepithel, nicht wie KÖLLIKER und andere angeben, sich bis in die feinsten Bonchien erstreckt, sondern daß die letzten Verzweigungen der Bronchien von einem ganz vollkommenen Pflasterepithelium überzogen werden Auf diesen Umstand hat zuerst

REINHARDT aufmerksam gemacht; er fand die feineren Bronchien der Kuhlunge von einem sogenannten Übergangsepithelium bekleidet. Dasselbe gab damals auch Gerlach in seinem Handbuche der Gewebelehre an. Diese einschichtige Lage der Zellen sah DEICHLER besonders gut an Querschnitten durch den Bronchus. Das Alveolarepithel erkennt dagegen DEICHLER nicht. / (DEICHLER *61a.*)

/ DEICHLER kam zum Resultat: Der Teil des Lungenparenchyms, in welchem der Gasaustausch des Blutes stattfindet, hat kein Epithelium und ist dadurch, wie DEICHLER damals dachte, naturgemäß für seine Funktion gebaut. / (DEICHLER *61b.*)

/ EBERTH hat vorzugsweise die Kalbs- und Schweinslunge untersucht und kommt zu folgendem Resultat: Die Lungenbläschen besitzen in ihrem Grunde und den Seitenwänden ein zartes unterbrochenes Epithel, welches vorzugsweise die Maschen der Gefäße einnimmt. Nur die schmalen, freien Ränder der Alveolensepta sind ohne Epithel. Die Dichtigkeit des Epithellagers ist abhängig von der Ausdehnung der Alveolen und dem Füllungszustande der Gefäße. Die zwischen den Epithelien befindlichen Gefäßvorsprünge haben bisher zur Annahme eines vollständigen Epithels geführt. Die in den Kapillarmaschen liegenden und bald als Epithel, bald als Stromakerne aufgefaßten Bildungen sind die Kerne der Epithelien. / (EBERTH *62.*)

/ ZENKER *62* schließt sich der Ansicht von RAINEY, TODD-BOWMAN, ECKER und DEICHLER an, daß die Kapillaren der Lungenbläschen nicht durchaus mitten in dem Fasergewebe der Bläschenwand, noch durch eine dünne Schicht von der Oberfläche getrennt verlaufen, sondern in allen Alveolen zahlreiche Schlingen bilden, welche, über das Niveau der Bläschenwand vortretend, völlig frei in das Lumen der Alveolen hineinragen. Mit RAINEY, TODD-BOWMAN, MANDL, DEICHLER, HENLE nimmt auch ZENKER kein Lungenepithel an. / (ZENKER *62.*)

/ Auch nach WAGNERS Ansicht kann über das Fehlen des Epithels in den Lungenalveolen kein Zweifel bestehen. / (WAGNER *62.*)

/ MUNK versuchte das von v. RECKLINGHAUSEN zur Darstellung von Grenzlinien von Epithelien angegebene Verfahren der Versilberung, indem er vorher atelektatisch gemachte Lungen teils mit reiner Silberlösung, teils mit Gelatine, die er mit Silberlösungen versetzt hatte, injizierte. Doch auch hiernach war es MUNK vollkommen unmöglich, jemals Epithel in den Alveolen in situ zu finden, und er schließt daher, daß die Alveolen frei sind von jedem Epithel. Ebenso behauptet er mit Bestimmtheit, daß die Kapillaren in den Alveolen vollkommen nackt, von keiner Membran bedeckt daliegen. / (MUNK *62a.*)

/ PH. MUNK kommt zum Resultat, daß die Alveolen der Lunge von keinem Epithel ausgekleidet sind, er schließt sich der Ansicht von DEICHLER an, daß alles das, was man bisher für Epithel in den Alveolen gehalten hat, die Kapillargefäße der Lunge sind. / (PH. MUNK *62b.*)

/ REMAK trat in seinen „diagnostischen und pathogenetischen Untersuchungen" (Berlin 1845, p. 87) den Angaben von HENLE und VALENTIN entgegen und erklärte, daß das Epithelium der Lungenbläschen „aus sphärischen, durchsichtigen, nicht granulierten Zellen mit einem einfachen oder doppelten Kern besteht, welche bei der leisesten Berührung sich leicht von der Faserwand ablösen."

Soweit REMAK bekannt ist, haben alle namhaften Histologen, darunter KÖLLIKER, REMAKS Ergebnisse über das Vorhandensein von Lungenepithel anerkannt. Dagegen glaubten ZENKER, DEICHLER und

Ph. Munk behaupten zu dürfen, daß die Alveolen überhaupt von keinem Epithel ausgekleidet und daß dasjenige, was man dafür gehalten, die Kapillargefäße der Lungen sind.

Gegen diese Verwechslung verwahrt sich nun Remak und erklärt, daß sich das sich beim Menschen und den Säugetieren leicht ablösende Epithel der Lungenbläschen in Form vereinzelter wimperloser Zellen oder als Membranfetzen vorfinden lasse. / (Remak *62.*)

/ Virchow (Vier Reden über Leben und Kranksein. Berlin 1862, p. 92) hat sich für das Vorhandensein eines unvollständigen Epithellagers in den Alveolen ausgesprochen. / (Eberth *63.*)

/ Deichler *61a* und *61b*, Zenker *62*, Munk *62b* und Henle (Handbuch, Bd. II, p. 283ff.) scheinen Hertz den von Rainey und Addison begonnenen Streit über das Vorhandensein eines Epithels in den Alveolen zugunsten des ersteren geschlichtet zu haben. Trotzdem tritt Hertz diesen Autoren auf Grund seiner Untersuchungen gegenüber, wenn dieselben behaupten, daß ein Epithelium in den Lungenalveolen absolut nicht vorkomme und daß dasjenige, was von anderen Forschern dafür gehalten ist, einfach anders gedeutet werden müsse. Hertz stimmt dagegen mit der während seiner Untersuchung erschienenen Arbeit Eberths *62* vollkommen überein. Die Literatur über diese Frage ist in den Arbeiten von Deichler, Zenker, Henle und einer späteren von Munk *62a* ausführlich erwähnt. Gegen die ältere Lehre Köllikers (Gewebelehre, sämtliche bis 1863 erschienenen Ausgaben), daß das Epithelium bis in die Bronchien von 1 Linie Durchmesser noch deutlich mehrschichtig sei, nach und nach sich aber bis zu einer einzigen Schicht von Flimmerzellen von 0,006 Linie Länge reduziere, trat zuerst Reinhardt (Arch. f. pathol. Anat., Bd. XXIV, p. 603) auf; derselbe sagt wörtlich „in diesen letzteren" — nämlich in den kleinen Verzweigungen der Bronchien — „findet man bei großen Säugetieren bisweilen recht deutlich ein sogenanntes Übergangsepithelium; sehr schön sah ich dasselbe in der Lunge einer Kuh. Die feinsten Bronchien aber, sowie die Lungenzellen sind mit einem Pflasterepithelium bekleidet".

Hertz untersuchte namentlich die Kalbs- und Hammellunge nach Injektion der Arterien mit durch Chromblei oder Chlorsilber gefärbten Leimmassen. Er findet, daß die Lungenalveolen mit einem Epithelium, und zwar mit einem unterbrochenen (Ecker, Donders, Eberth), meist in den Gefäßlücken gelegenen bekleidet sind. / (Hertz *63.*)

/ Eberth findet, daß auch in der Amphibienlunge nur die kleinste Fläche, d. h. die gröberen Balkenzüge, Flimmerepithel trägt, und nur an wenigen Stellen zwischen diesem flimmerlose Platten oder kurze Zylinderzellen. Feinere, mit einem vollständigen Kapillarnetz versorgte Balken besitzen, wie die Alveolenwände zwischen den freien Kapillaren, cilienloses Plattenepithel in Gestalt geschlossener. die Maschen der freiliegenden Kapillaren vollständig einnehmender Zellinseln. Da die Gefäßzwischenräume hier von einer beträchtlichen Ausdehnung sind, erreicht auch der Durchmesser der Epithelinseln hier eine beträchtliche Größe, und die Amphibienlunge ist gerade deshalb ein ausgezeichnetes Objekt für das Studium des Verhaltens der Gefäße und Epithelien.

Bei der Schildkröte erscheint Plattenepithel schon an Balken von 0,10 mm Breite. Bei der Eidechse und Blindschleiche tritt solches erst an feineren Balken auf.

Bei den Schlangen (Ringelnatter) flimmern im unteren nicht respirierenden Abschnitte der Lunge noch Balken von 0,08 mm Breite, aber

nicht durchaus. Es erhalten sich vielmehr ganz zirkumskripte rundliche und unregelmäßige Flimmerinseln, besonders an den Vereinigungspunkten mehrerer Balken.

Bei Rana esculenta und Bufo cinereus treten mitunter schon an 0,15 mm breiten Muskelleisten Plattenzellen zwischen freien Kapillaren auf. Noch beschränkter ist die Verbreitung des Flimmerepithels bei den Lurchen.

Die Lunge des Salamanders enthält 2—3 kräftige, aber nicht gleich starke Längsmuskelzüge, von denen schwächere quere und schräge Äste abgehen. Die ersteren flimmern fast durchaus (drei Viertel der ganzen Länge), die letzteren nur noch eine kurze Strecke nach ihrem Abgange vom Hauptstamme.

Bei den Tritonen findet sich über dem venösen Gefäße eine nach abwärts sich verschmälernde, bis nahezu an die Lungenspitze reichende

Fig. 82. Fig. 83.

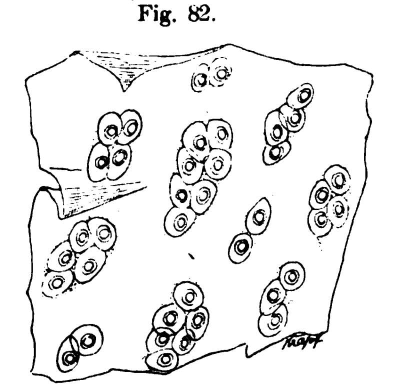


Fig. 82. **Cuticula der Lungenalveole von Rana temporaria** mit vollständigen Zelleninseln. Vergr. 500fach, reduziert auf $^3/_4$. (Nach EBERTH *63*.)

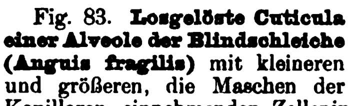


Fig. 83. **Losgelöste Cuticula einer Alveole der Blindschleiche (Anguis fragilis)** mit kleineren und größeren, die Maschen der Kapillaren einnehmenden Zelleninseln. Zwischen diesen helle Straßen, welche dem Verlaufe der Gefäße entsprechen. Vergr. 500fach, reduziert auf $^3/_4$. (Nach EBERTH *63*.)

Wimperleiste. Von dieser gehen bei Triton cristatus kurze seitliche Ausläufer und Knospen ab, bei Triton taeniatus nur gegen das Ende 2—3 kurze seitliche Fortsätze. Bei dem ersteren beträgt die Breite der Flimmerleiste hoch oben 0,4 mm, bei letzterem 0,105 mm und etwas darüber, während die Breite der mäßig ausgedehnten Lunge $2^1/_2$ mm beträgt.

Der Axolotl schließt sich in der Anordnung der zwei Epithelformen dem Salamander an.

In den Zwischenräumen der Gefäßmaschen in den Lungenalveolen kann man beim Frosche 1—8 (siehe Fig. 82), bei der Blindschleiche 5—60 Epithelzellen (siehe Fig. 83) zählen entsprechend der Weite der Maschen.

Die ganze Innenfläche der Alveolen ist in der Amphibienlunge von einer strukturlosen Membran, einer Cuticula überzogen, welche an ihrer Innenfläche die zwischen den Gefäßen liegenden Epithelinseln trägt.

Bei sämtlichen Amphibien ergibt sich eine große Übereinstimmung des Baues. Die Kapillaren werden überkleidet von einer strukturlosen Membran. In den meisten Fällen erscheint diese als eine einfache Cuticula, bei den Salamandern dagegen wird sie von den abgeplatteten, sozusagen verhornten, innig aneinander haftenden Epithelzellen gebildet. Im ersteren Falle sind die Kapillarmaschen ausgefüllt von Zellen, im letzteren von den noch restierenden Kernen der veränderten Epithelien.

Eberth (p. 443 f.) denkt schon daran, daß seine Cuticula aus verwachsenen Zellen entstanden sein könnte, doch meint er, daß dann deren Kerne zugrunde gegangen wären. auch spricht ihm dagegen, daß nach ihm auch die interkapillaren Zellen eine Cuticula tragen.

Der Wert der Eberthschen Untersuchung liegt vor allem in dem strikten Nachweis, daß die Blutkapillaren von einem Häutchen (seiner Cuticula) bedeckt werden. Sein negatives Ergebnis, daß sich über den Blutgefäßen keine Zellen finden, ist ja mit dem Zusatz der damals allerdings noch nicht richtig gedeuteten Cuticula ganz wertvoll, weil sich hier in der Tat vollständige Zellen nicht finden.

Eberth war damals der Ansicht, daß in der Säugetierlunge in den Alveolen die Kapillaren frei und nur zwischen ihnen Epithelien liegen./ (Eberth *63*.)

/ Durch Eberth *62* u. *63* schien die Existenz des Epithels sicher bewiesen. Nach Luschka *63* besitzen die Lungenbläschen kein wahres Epithel und nur an der inneren Fläche mancher Bläschen kommen vereinzelte Zellen zum Vorschein, vielleicht als Reste des fötalen Epithelialüberzuges.

Wenn man annimmt, daß das Epithel der Alveolen vollständig ist, so lassen sich die Befunde von Eberth, Hertz *63* und Frey (Canstatts Jahresber. 1863, Bd. I) so erklären, daß es an den Konvexitäten der Gefäße zur Ablösung und zum Abfallen der Epithelien kam, während die in kleinen Ausbuchtungen der Gefäßmaschen liegenden Epithelien festgehalten wurden.

Chrzonszczewsky versilbert die Lunge durch Einlegen derselben in $^1/_{20}$—$^1/_2$ proz. Silberlösung für 18—24 Stunden. Die von ihm dargestellten Epithelien (Abbildung von der Ochsenlunge) sind alle ganz gleichmäßig und tragen regelmäßig den Kern in der Mitte. Solche Bilder erhielt er auch von Kaninchen, Katze, Hund, Kalb, Hammel./ (Chrzonszczewsky *63*.)

Die Bilder von Chrzonszczewsky *63* erscheinen mir nicht überzeugend, da die Epithelzellen zu gleichmäßig in ihrer Form sind und stets den Kern in der Mitte tragen. Trotz der Angabe von Chrzonszczewsky, daß er an „oberflächlichen und tieferen Schnitten" untersucht habe, muß man wohl annehmen, daß er Pleuraepithel vor sich gehabt und mit dem Lungenepithel verwechselt habe, woran wenigstens seine Bilder sofort denken lassen und wie auch bereits Eberth *64* erkannte.

/ Colberg *63* hat nach Abschluß von Chrzonszczewskys Arbeit gefunden, daß die Epithelien der Lungenbläschen in der zweiten Hälfte des Fötallebens nur in die Breite wachsen, später zusammenschmelzen und auf diese Weise für immer eine ununterbrochene, vollständige „membrana epithelica" darstellen, in welcher nur die Kerne der früher bestandenen Epithelzellen zu erkennen sind. Das Isolieren dieser Membran ist ihm jedoch nicht gelungen. Chrzonszczewsky bemerkt dagegen, daß alle Forscher, welche das Epithel der Alveolen gesehen haben, immer dasselbe aus einzelnen Zellen bestehend fanden./ (Chrzonszczewsky *63*.)

/ Arnold untersuchte das Epithel der Lungenalveolen und erhielt beim Frosch mit salpetersaurem Silberoxyd gelungene Resultate. Im

ganzen kam ARNOLD bezüglich des Epithels zu ähnlichen Resultaten wie EBERTH *63*. ARNOLD bestätigt das Vorkommen von Bündeln glatter Muskelfasern in den Septa der Froschlunge. Das Kapillarnetz erstreckt sich in der Froschlunge sowohl über die Fläche der kleinen Alveolen als über die Septa hinweg und ist somit ein über den ganzen Lungensack zusammenhängendes. In den Maschenräumen liegen 1—4 Epithelzellen. Ähnlich sind die Befunde bei den Säugetieren und beim Menschen. Jedoch erklärt ARNOLD den Epithelbelag für nicht kontinuierlich./ (ARNOLD *63a.*)

/ARNOLD selbst erhielt mit Silberlösungen verschiedener Konzentration keine guten Resultate. Er nimmt mit EBERTH bei Kalb, Hammel, Schwein, Hund ein regelmäßiges, die Gefäße freilassendes, somit nicht kontinuierliches Epithel an, wie beim Menschen und beim Frosch./ (ARNOLD *63b.*)

/Während EBERTH, HERTZ, ARNOLD und FREY nur denjenigen Teil des wirklichen Epithels sahen, der als Zellinsel in den Kapillarmaschen liegt, hat ELENZ die Konturen der größeren Platten durch Versilberung zuerst dargestellt. (Injektion der Lunge von der Trachea aus mit $^1/_2$ proz. Höllensteinlösung.)

Etwas der COLBERGschen Ansicht Entsprechendes findet sich in dem von ELENZ angenommenen Verschmelzen mehrerer Zellen zu größeren membranartigen Platten bei Säugetieren. Daß beim Erwachsenen die Kapillaren nicht nackt liegen, ist richtig, obgleich COLBERG keinen Beweis dafür erbracht hat.

CHRZONSZCZEWSKYS Epithel ist, wie ELENZ aus zahlreichen Gründen überzeugend dartut, kein Lungenepithel, es kann nur das Epithel der Pleura sein.

ELENZ faßt seine Resultate folgendermaßen zusammen:

1. Ein vollständiges Lungenepithel findet sich bei allen untersuchten Wirbeltieren (nur über den Kapillaren der feinsten Luftwege des Menschen und der Vögel konnte ELENZ Entscheidendes nicht dartun).
2. Das Lungenepithel ist ein gleichmäßiges, aus großen abgeplatteten Zellen bestehendes bei den Amphibien, dagegen ungleichmäßig bei den Reptilien und Säugetieren. Bei den Reptilien besteht es aus Inseln kleinerer Zellen mit vollständigem Inhalt und aus größeren abgeplatteten inhaltslosen Zellen, bei den Säugetieren aus Zelleninseln und größeren, membranartigen, unregelmäßigen Platten.
3. Das Epithel hält immer eine typische Lage zu den Kapillaren ein, indem bei den Amphibien die Zellkerne in den Kapillarmaschen liegen, bei den Reptilien und Säugetieren die Zellinseln. Über den Kapillaren selbst liegen stets abgeplattete, inhaltslose Zellen oder Zellteile./ (ELENZ *64*.)

Zu der Auffassung von ELENZ *64* über verschmolzene Zellen des Lungenepithels bei Säugern ist zu bemerken, daß deshalb, weil die Silberreaktion keine Zellgrenzen zeigt, doch solche vorhanden sein können, und eben einer feineren Reaktion zu ihrer Darstellung bedürfen.

Die Abbildungen des Lungenepithels von Triton, Frosch, Blindschleiche, Katze, nach ELENZ *64* siehe unten in der Einzelbeschreibung der Lunge dieser Tiere.

Das Lungenepithel der Säugetiere wurde demnach zuerst von ELENZ *64* richtig erkannt. Doch müssen EBERTH *63* und COLBERG *63* als Vorläufer von ELENZ in der richtigen Deutung gewürdigt werden.

Weitere Untersuchungen von EBERTH *64* und anderen (siehe unten) befestigten und erweiterten dann die sicher erkannte Lehre vom Lungenepithel.

Das Durchdringen dieser Lehre in weitere Kreise erfolgte jedoch sehr langsam, und es mag daran schuld sein, daß HENLE, der sich selbst früher (Systemat. Anat. und seine Berichte über 1861, p. 121) gegen die Anwesenheit eines Lungenepithels ausgesprochen hatte, die Bedeutung der Ergebnisse von ELENZ nicht sofort genügend erkannte, wie aus seiner Darstellung in seinem Berichte über die Fortschritte der Anatomie im Jahre 1864, p. 105f. hervorgeht. Noch in seinem Berichte über 1866, p. 115 erklärt HENLE, daß die Lungenepithelfrage ihrer Lösung noch nicht näher gerückt sei. Diese rückhaltende Beurteilung in den damals weit gelesenen Berichten HENLEs mag wohl auch andere Forscher in ungünstigem Sinne beeinflußt haben.

/EBERTH bringt seine früheren Beobachtungen mit dem neueren Resultate besonders von ELENZ in folgenden Punkten in Einklang. Daß es EBERTH früher nicht gelang, bei Säugern die über den Gefäßen liegenden großen abgeplatteten Zellen zu unterscheiden, noch bei den Reptilien und dem Frosch die den Kapillaren aufliegende scheinbare Cuticula in ihre einzelnen Zellen zu zerlegen, lag an den früheren, unzureichenden Untersuchungsmethoden. Doch erkannte EBERTH bei Säugern schon das Vorhandensein kleiner Zelleninseln in den Gefäßmaschen und hat bei Reptilien und Amphibien die Beschränkung des bisher als einzige Auskleidung betrachteten Flimmerepithels auf einfache oder verästelte, schmale Flimmerleisten, und größere Inseln von Plattenzellen zwischen den Gefäßen bei ersteren nachgewiesen. Von der die Gefäße überkleidenden, wie EBERTH früher schien, strukturlosen Membran, hat derselbe in seiner zweiten Abhandlung p. 16 erwähnt, daß man da und dort in ihr feine Linien wahrnimmt, welche polygonale Felder, aber von größerem Durchmesser als die ansitzenden Epithelien einschließen, und sie als die Grenzen von Zellennestern oder Abdrücke früher bestandener Zellen gedeutet. Es waren diese Linien, wie ELENZ nachwies, die Grenzen der großen, auf den Kapillaren liegenden abgeplatteten Zellen. EBERTHS Resultate betreffs der Tritonlunge hat ELENZ vollkommen bestätigt, jene über die Froschlunge nur zum Teil, indem er ein viel beschränkteres Vorkommen von Zelleninseln zwischen den Gefäßen nachwies, als es EBERTH früher behauptet hatte.

„Obwohl COLBERGS Behauptung, wonach die Epithelzellen zu einer Membran mit noch erkennbaren Kernen zusammenflössen, in einer gewissen Übereinstimmung mit den Resultaten von ELENZ steht, so erweckt sie doch nicht geringes Mißtrauen, weil sie gerade eines der am leichtesten zu beobachtenden Verhältnisse, wie das Vorhandensein ganz distinkter Zellen in den Kapillarmaschen erwachsener Tiere vollkommen unerwähnt läßt."

CHRZONSZCZEWSKY hat, wie sich EBERTH an den Präparaten von ELENZ überzeugte, das Pleuraepithel für jenes der Alveolen genommen./ (EBERTH *64*.).

/O. WEBER hält es für zweifellos, daß ein Epithel der Alveolen wirklich existiert und hat sich von dem Vorhandensein bei Embryonen und Erwachsenen überzeugt./ (O. WEBER *64*.)

/BAKODY tritt 1865 noch gegen das Vorhandensein eines Lungenepithels ein. Er findet, daß die Lunge von Mensch, Kalb, Schwein und

Kaninchen keine die Kapillaren der Alveolen überkleidende Membran besitzt. / (BAKODY *65*.)

/ HIRSCHMANN konstatiert ein vollständiges Epithel in den Lungenbläschen, wodurch die Untersuchungen CHRZONSZCZEWSKYS bestätigt werden, und zwar um so mehr, als HIRSCHMANN seine Präparate nicht nach der vielbeschuldigten Versilberungsmethode, sondern bloß mit Alkohol, Karmin und ein- bis zweiprozentiger Essigsäure behandelte. Das Epithel ist ganz CHRZONSZCZEWSKYS Angabe gemäß ein flaches, pflasterförmiges, es kleidet die Maschen der Kapillaren vollständig aus und bedeckt auch zugleich die Kapillaren selbst. HIRSCHMANN gibt von CHRZONSZCZEWSKY gezeichnete Abbildungen aus der Ferkellunge wieder, welche jedoch erkennen lassen, daß beide Forscher das Verhalten des Epithels über den Blutkapillaren noch nicht vollständig erkannten, vielmehr zeichnen sie Epithelzellen und Kerne ganz unverändert, gleichmäßig wie zwischen, so über den Blutkapillaren. / (HIRSCHMANN *66*.)

/ Die Angaben von CHRZONSZCZEWSKY *63* über das Epithel der Lungenbläschen sind von HARTMANN (Über die durch den Gebrauch der Höllensteinlösung künstlich dargestellten Lymphgefäßanfänge. Archiv für Anat. u. Physiol. 1864, H. 2, p. 235—258), ELENZ *64* und EBERTH *64* angegriffen. Letztere beide sind der Ansicht, daß CHRZONSZCZEWSKY das Pleuraepithel für das der Alveolen genommen hat. CHRZONSZCZEWSKY verteidigt sich gegen die Einwürfe dieser Autoren und hält auf Grund neuer Untersuchungen seine Anschauungen aufrecht, daß seine Bilder dem Epithel der Lungenalveolen entsprechen. / (CHRZONSZCZEWSKY *66*.)

Nicht unmöglich ist, daß die von HARTMANN bei Versilberung der Kalbs- und Froschlunge erhaltenen von CHRZONSZCZEWSKY *66* erwähnten sich von den CHRZONSZCZEWSKYschen Bildern unterscheidenden Bilder wirklich schon den Grenzlinien des Lungenepithels entsprachen.

/ HARTMANN erhielt nämlich „in den Alveolen der Präparate wieder ganz ähnliche, bald gradlinig-polyedrische, bald von geschlängelten Linien gebildete, vollständige und unvollständige Netze, zwischen deren meist verhältnismäßig großen, doch aber auch stellenweise wieder kleinen Maschen kernartige, sehr wahrscheinlich dem Epithel der Alveolen angehörende Körper zum Vorschein traten". / (CHRZONSZCZEWSKY *66*.)

/ Ziemlich gleichzeitig mit DEICHLER und ZENKER war COLBERG (1863) zu dem den Forschungen dieser beiden Autoren gerade entgegengesetzten Resultate gekommen, daß nämlich die innere Fläche der Alveolen mit einem vollständigen Epithel überzogen sei. Dann wurde durch EBERTH, ARNOLD und HERTZ eine dritte Ansicht vertreten, daß ein unterbrochenes Epithel in den Alveolen vorhanden sei, nur zwischen den Kapillaren gelegen, diese selbst seien nackt. EBERTH ist später, in Verbindung mit seinem Schüler ELENZ (EBERTH *64* -- ELENZ *64*) durch die Versilberungsmethode von einem vollständigen Epithelüberzug bei Amphibienlungen überzeugt worden. Neuerdings leugnen BAKODY *65* und HENLE (in der Vorrede zum 2. Bande seiner Anatomie) wieder alles Epithel.

COLBERG hat seine Überzeugung durch Untersuchung embryonaler Lungen, ferner normal ausgebildeter Lungen, dann pathologischer Lungen in den ersten Erkrankungsstadien und endlich von Tierlungen gewonnen. „Pathologische und vergleichend-anatomische Tatsachen sprechen dafür, daß trotz der fast immer negativen Befunde ein vollständiges Epithel auch in den Alveolen der Lungen erwachsener Menschen existieren muß." / (COLBERG *66*, vergl. auch *63*.)

Aus diesen Worten geht hervor, daß sich COLBERG bewußt ist, daß es ihm trotz seiner richtigen Überzeugung, daß die Lungenalveole des erwachsenen Menschen ein Epithel tragen müsse, doch nicht gelungen war, dieses Epithel zweifellos ad oculos zu demonstrieren.

/ CHARLES SCHMIDT kommt zu folgenden Schlüssen. In den drei untersuchten Wirbeltierklassen (Fische, Reptilien, Säugetiere) wird der Atmungsapparat in seiner ganzen Ausdehnung von einer epithelialen Membran ausgekleidet. Die Trabekel bei den Reptilien und die Bronchien bei den Säugetieren werden von einem flimmernden Zylinderepithel überkleidet. Die Alveolen (Luftzellen) werden von einem einfachen Pflasterepithel ohne Flimmern ausgekleidet. Der Übergang vom Flimmerepithel in das Pflasterepithel ist ein allmählicher. Die letzten Teilungen der Bronchien besitzen nur nichtflimmernde Pflasterzellen. Das Alveolarepithel ist kontinuierlich und vollständig Es bedeckt überall die Kapillaren. Die Zellen, welche es bilden, zeigen Verschiedenheiten nach den verschiedenen Tierklassen. Bei Ampibien sind die Zellen von gleichmäßiger Größe, abgeplattet in dem Teil, welcher die Kapillaren bedeckt, erweitern sie sich in den Zwischenräumen zwischen den Kapillaren, zu Ampullen, welche den Kern einschließen. Bei Reptilien finden sich zwei Zellarten. Die einen kleineren enthalten einen Kern und sind zu Gruppen in den Intervallen zwischen den Kapillaren vereinigt; die anderen größeren, ohne Kern, liegen zwischen den Gruppen von kleinen Zellen und bedecken die Kapillaren. Bei den Embryonen der Säugetiere sind die Zellen regelmäßig und von gleichmäßiger Größe. Bei neugeborenen Säugetieren verbreitert sich ein Teil der vorher vorhandenen Zellen und bedeckt die Kapillaren; die übrigen zeigen keine Veränderung und bleiben zu Gruppen vereinigt in den Kapillarmaschen. Bei erwachsenen Säugetieren sind die Zellen in kleiner Zahl vereinigt, um die Gruppen zu bilden; viele von ihnen sind isoliert. Die großen Zellen, welche sie trennen, scheinen zum Teil zu verschmelzen und nehmen das Aussehen von sehr dünnen, beinahe amorphen membranösen Platten an.

Die Abbildungen, welche CH. SCHMIDT gibt, zeigen, daß er die Verhältnisse des Lungenepithels bei Triton, Frosch, Eidechse und bei der jungen und erwachsenen Katze ganz richtig erkannt hat.

Für den Frosch bestätigt CH. SCHMIDT die Angaben von ELENZ. Bei der Schlange sind die Trabekel von einem Flimmerepithel bedeckt wie bei Frosch und Triton. Die Flimmerzellen setzen sich eine gewisse Strecke in dem nicht atmenden Teil fort.

Schlange, Eidechse und Schildkröte besitzen (wie auch ELENZ angab) ein kontinuierliches Epithel, bestehend aus zwei Zellarten, kleineren in den Kapillarmaschen und größeren über den Kapillaren. / (CHARLES SCHMIDT *66.*)

/ PISO-BORME beschreibt das Lungenepithel bei Kalb, Katze, Schaf und Mensch und bestätigt daher ADRIANI, MOLESCHOTT, SCHULTZ, KÖLLIKER, WILLIAMS u. a. PISO-BORMES Abbildung vom Menschen entspricht jedoch durchaus nicht unserer heutigen Auffassung vom Lungenepithel (er zeichnet und beschreibt kontinuierliche polygonale Zellen). / (PISO-BORME *67.*)

/ BAYER beschreibt bei Fröschen (wie ELENZ) ein ununterbrochenes, aber ungleichmäßiges, den Gefäßen unmittelbar aufliegendes, pflasterförmiges Lungenepithel. Er zweifelt nicht, daß bei den Vögeln das die Kapillaren tragende Balkenwerk der Luftwegeendigungen mit einem gleichmäßigen, kontinuierlichen, hyalinen Pflasterepithel bekleidet ist. Frische

Lungen von Kälbern, Hunden und Kaninchen haben BAYER das Vorhandensein eines die Lungenalveolen auskleidenden gleichmäßigen, ununterbrochenen, hyalinen, einkernigen, überhaupt der von BAYER ausführlicher geschilderten menschlichen Lunge ganz ähnlichen Pflasterepithel festgestellt (im Sinne von CHRZONSZCZEWSKY). / (BAYER *67.*)

/ Das Vorhandensein des Lungenepithels beim erwachsenen Menschen nimmt auch KRAUSE an. / (W. KRAUSE *67.*)

/ F. E. SCHULZE *71* beschreibt das Epithel in der Lunge der Amphibien und Reptilien (siehe Fig. 84 und 85) in folgender Weise:

„Alle respiratorischen Kapillaren sind der Alveolenwand nur mit einer Seite angewachsen. Sie würden also mit ihrem größten Umfange frei in den Luftraum der Alveole vorspringen, wenn sie nicht noch von einem kontinuierlichen Plattenepithel vollständig zugedeckt wären.

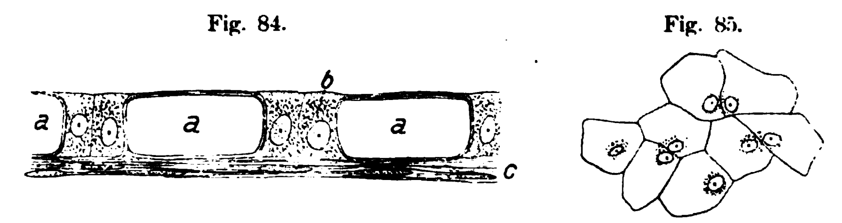


Fig. 84. **Lunge von Rana esculenta.** Optischer Durchschnitt einer Alveolenwand. Fixierung in Osmiumsäure. *a a* Kapillarräume, *b* die kernhaltigen Zapfen der Epithelzellen, *c* Muskelfasern der Alveolenwand. Vergr. 320fach, reduziert auf 4/5. (Nach F. E. SCHULZE *71.*)

Fig. 85. **Lunge von Testudo graeca.** Von der inneren Alveolenwand abgehobenes Epithel. Vergr. 200fach, reduziert auf 4/5. (Nach F. E. SCHULZE *71.*)

Die großen polygonalen Zellen dieses Alveolenepithels stoßen mit ihren Seitenwänden genau aneinander, überlagern mit dünnen, hellen, plattenartigen Ausbreitungen die dem Luftraum zugekehrte Fläche der Kapillaren und schicken zapfenartige, gewöhnlich den Zellkern mit etwas umliegendem körnigem Protoplasma enthaltende Fortsätze in die Kapillarmaschen, und zwar so weit hinab, daß sie das Bindegewebsstroma der Alveolenwand erreichen und so die Lücken des Kapillarnetzes vollständig ausfüllen.

Diese zapfenartigen, den Kern und das körnige Protoplasma jeder Zelle beherbergenden Fortsätze finden sich sehr gewöhnlich an den Ecken der einzelnen Epithelzellen, so daß mehrere Zapfen zusammenliegen und in einer Kapillarmasche Platz finden können. Doch kommen auch viele Zellen vor, welche ihren kernhaltigen Fortsatz mehr in der Mitte tragen und mit demselben eine Kapillarmasche vollständig ausfüllen.“ / (F. E. SCHULZE *71.*)

Die zutreffende Schilderung, welche F. E. SCHULZE *71* vom Lungenepithel der Säugetiere gibt, siehe unten im Kapitel: Säugetiere, Lunge, Epithel.

BROWN *74a* und *74b* überzeugte sich von dem Vorhandensein eines Epithels in den Alveolen der Lunge vom Schwein.

KÜTTNER resumiert: Die normale Lungenalveole hat sowohl während des fötalen als nachfötalen Lebens einen Zellenbelag, der unmittelbar mit dem des übrigen Bronchialbaums zusammenhängt — die Lunge hat keine ihr eigens zukommende Form des Epithels — alle Epithel-

formen sind in ihr vertreten —, der jedesmalige Raum bestimmt Form und Größe; die kubische Zelle des embryonalen Alveolus wird, ohne fettig zu zerfallen, mit der ersten Atmung zu einer Pflasterzelle.

KÜTTNER gibt (wie auch KÖLLIKER später anerkennt) schon eine Darstellung und Abbildung der Silbergrenzen der Alveolarepithelien der menschlichen Lunge.

Im Alveolarepithel handelt es sich nicht um ein „Lymphgefäßendothel", wie BUHL meint, dies widerlegt die Nachweisbarkeit der Kontinuität vom Lungenhilus bis in die Alveolen hinein.

KÜTTNER gelingt es, die Dehnbarkeit, die mechanisch zustande kommende Formveränderung des Epithels am toten Objekt durch Injektion zu beweisen. Es ließ sich beim Rindsembryo von 15 cm Zylinderepithel zu polygonalem Pflasterepithel umwandeln. An neugeborenen Kindern konstatiert KÜTTNER ferner, daß in Lungenteilen, die geatmet hatten, sich sofort nach der Geburt Pflasterepithel an den Alveolenwänden fand; in den atelektatischen Teilen war das Alveolarepithel kubisch geblieben und glich dem Alveolarepithel totgeborener Kinder. KÜTTNER schließt: mit dem ersten Atemzuge, d. h. der Erweiterung der Alveolen, wird die kubische Zelle zu einer Pflasterzelle ausgedehnt (sie degeneriert nicht fettig, wie man früher annahm)./ (KÜTTNER *76*.)

/ Auch CADIAT gelang (wann?) der Nachweis der Existenz des Lungenepithels beim Menschen (beim 21jährigen Hingerichteten durch Versilberung)./ (LAUNOIS et MORAU *92*.)

Die Forschungen am Lungenepithel wurden endlich gekrönt durch die eingehende Schilderung, welche KÖLLIKER *80a*, *80b* und *81* vom hingerichteten Menschen (siehe unten: Lunge, Mensch, Epithel) gegeben hat.

Entstehung des Atmungsapparates der Lungenatmer.

Es wurde bereits oben p. 126ff darauf hingewiesen, daß die Lungen in Abhängigkeit von den Kiementaschen entstehen. Nachdem jene Bogen bereits gedruckt waren, wurde mir bekannt, daß sich der Begründer jener Lehre neuerdings zur Sache in folgendem Sinne geäußert hat:

/ Die bei Larven anurer Amphibien sich im unmittelbaren Anschluß an das letzte Paar der hier vorhandenen Darmkiementaschen findenden Lungenanlagen stellen sich genau so dar, wie die rudimentären hinteren Darmkiementaschen der Neunaugen, welche GOETTE (siehe die Arbeit) eingehend beschreibt. Die ersten echten Lungen entstanden also bei Enterobranchiern und zwar unmittelbar aus eigentümlich rückgebildeten Darmkiementaschen. Die Euichthyes scheiden demnach bei der Untersuchung über den Ursprung jener Lungen ganz aus und die Luftsäcke von Polypterus, in denen man die Ausgangsform aller übrigen Schwimmblasen sehen darf, müssen, wenn sie wirklich den Lungen der Digitaten homolog sei sollen, ebenfalls aus Darmkiementaschen hervorgegangen, also bei den den Cyclostomen nahe verwandten Enterobranchiern entstanden sein./ (GOETTE *04*.)

Um die Beziehungen der Atmungsorgane der Lungenatmer in den verschiedenen Gruppen der höheren Wirbeltiere ganz zu verstehen, müssen wir nicht nur die Organe beim ausgewachsenen, sondern auch beim werdenden Tiere vergleichen.

Eine eingehende Schilderung der Entwicklung der Lungen mit Kehlkopf und Luftröhre zu geben, liegt nicht im Rahmen dieses Buches. Dafür verweise ich in erster Linie auf die Darstellung von E. GÖPPERT *02*

in O. HERTWIGS Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere Bd. II, 1, p. 84 ff. und die dort (p. 105ff.) aufgeführte Literatur, sowie auf die weiteren Lehrbücher der Entwicklungsgeschichte, auch auf MERKELS *02* Kapitel „Evolution und Involution der Atmungsorgane“ (p. 129ff.).

Da jedoch für die vergleichend-anatomische Betrachtung Kenntnis der vergleichenden Entwicklungsgeschichte selbstverständliche Voraussetzung sein muß, namentlich für eine richtige Erkenntnis der Phylogenie der Atmungsorgane unerläßlich ist, wird in den folgenden Kapiteln jeweils ein kurzer Überblick über die Entwicklung vorangestellt.

Kehlkopf und Laryngotrachealskelett.

Über Entstehung des Kehlkopfes gebe ich die die Ontogenese betreffende Darstellung von GÖPPERT *02* in kurzen Zügen wieder, woran sich dann in etwas ausführlicherer Vorführung die vergleichend anatomische Darstellung von GEGENBAUR *01* schließt. Die letztere ist, was makroskopische Betrachtung, vor allem des Laryngotrachealskelettes anlangt, heute als maßgebend zu betrachten.

Bei Betrachtung der Entwicklung des Larynx beginnt GÖPPERT mit der seines Eingangs und Binnenraumes.

Bei den Amphibien begrenzt im allgemeinen jederseits eine vom Arytaenoid gestützte Falte (Plica arytaenoidea) den sagittal gestellten, spaltförmigen Kehlkopfeingang. Bei den Sauropsiden erhebt sich in einzelnen Fällen die ventrale Umrandung des Eingangs zur Bildung einer Epiglottisfalte. Erst bei den Säugern besitzt aber eine Epiglottis wesentliche Bedeutung und mächtige Ausbildung. An ihr befestigen sich die ventralen Enden der seitlichen Grenzfalten, der Plicae ary-epiglotticae. In Beziehung zum Kehlkopf stehen endlich noch die Plicae palato- (resp. pharyngo-) epiglotticae.

Die Entwicklung des Kehlkopfeinganges ist für die höheren Säugetiere und namentlich den Menschen bekannt (KALLIUS *97*). In frühen Stadien bilden die Seiten des Aditus laryngis die durch die Arytaenoidanlage stark emporgetriebenen sogenannten Arywülste, welche den Plicae arytaenoidae der Amphibien gleichzusetzen sind. Aus ihnen gehen die Plicae ary-epiglotticae mit den sich bald bemerkbar machenden Noduli Wrisbergi (cuneiformes) hervor. Später erhebt sich der ventrale Teil des Einganges zu einer quergestellten Falte, der Epiglottis. Nicht lange nach dem Auftreten der letzteren entstehen die Plicae pharyngo-epiglotticae. Ihnen entsprechen bei niederen Formen der Placentalier und bei den Monotremen die für den hinteren Abschluß des Isthmus faucium sehr wichtigen Plicae palato-epiglotticae.

Ein Skelett des Luftweges findet sich von den Amphibien an in steigender Vervollkommnung. Man kann hier als primäres Skelett Stücke zusammenfassen, die in ihrer vollkommensten Ausbildung sich als Arytaenoide samt SANTORINschen Knorpeln, Cricoid, Procricoide und Trachealringe darstellen. Als spätere Erwerbungen gesellen sich ihnen der Epiglottisknorpel mit dem WRISBERGschen Knorpel und die Cartilago thyreoides hinzu.

Die vergleichend-anatomischen Untersuchungen J. HENLES *39* ergaben, daß das primäre Laryngotrachealskelett im primitivsten Verhalten aus einem Paar von Knorpelstücken besteht, die jederseits den Luftweg begleiten, den Seitenknorpeln (Cartilagines laterales, Proteus, Necturus). (Die Bezeichnung Cartilago lateralis wird seit GEGENBAUR *92* in dem

obigen Sinne verwandt. HENLE selbst hatte mit Cartilago lateralis das Stück bezeichnet, das jetzt Pars resp. Cartilago crico-trachealis genannt wird.) Bei den höheren Formen haben die oralen Teile der Seitenknorpel ihr Homologon in den Arytänoiden. Den folgenden, sogenannten Partes crico-tracheales der Seitenknorpel, entsprechen das Cricoid und die Trachealringe, resp. Bronchialringe, die ihren Bereich schließlich in das Innere der Lunge ausdehnen.

Die Untersuchung des primären Laryngotrachealskelettes bei Salamandra und Triton durch C. GEGENBAUR *92* ergab, daß hier jederseits bei jungen Larven eine stabförmige Knorpelanlage den Luftweg bis zum Beginn der Lungensäcke begleitet, die nach ihrem Verhalten nur als Cartilago lateralis bezeichnet werden kann. An ihr gliedert sich der vorderste, die Muskeln des Kehlkopfes aufnehmende, Teil ab und bildet das Arytaenoid.

Sehr abweichende Vorgänge spielen sich bei der Entwicklung des Kehlkopfskelettes der Anuren ab, wie M. MÄRTENS *97* zeigte, und nur Einzelheiten weisen darauf hin, daß auch hier ursprünglich die Cartilago lateralis vorlag.

Bei den Säugetieren besteht (GÖPPERT *01*) vor dem Auftreten distinkter Skelettanlagen in der Umgebung des Luftweges eine dichtere Anordnung des mesodermalen Gewebes und in ihm kommt es dann zur Differenzierung der Knorpelanlagen, die im großen und ganzen gleich bei ihrem Auftreten die Gestalt der fertigen Teile aufweisen. Ihr Gewebe ist als Vorknorpel zu bezeichnen, in dem dann später hyaline Grundsubstanz auftritt.

Betreffend die spezielle Entstehung und Ausbildung der Knorpel des Säugerkehlkopfes verweise ich besonders auf die präzise Darstellung durch GÖPPERT *02*.

Über die Entwicklung der Muskeln der Luftwege, besonders des Kehlkopfes, vergl. GÖPPERT *02*, p. 93 ff. und die daraus unten (Kehlkopf der Säugetiere) wiedergegebenen Resultate. / (GÖPPERT *02*.)

/ Der Luftgang der Amphibienlunge besitzt Skelettteile, welche sich in ihrem einfachsten Zustande als ein jederseits in der Wand des Luftganges gelegenes Knorpelstäbchen darstellen (Cartilago lateralis, HENLE), welche als Reste eines fünften Kiemenbogens zu deuten sind.

Den einfachsten Zustand repräsentiert Proteus, hier besitzt der vordere Teil der Cartilago lateralis eine wenig auffällige Durchbrechung". „Außer der Stützbedeutung sind diese Knorpel auch noch durch die Beziehung zu Muskeln wichtig. Indem von der Seite (vom vierten Kiemenbogen) herkommende Muskeln fächerförmig um sie ausstrahlen, fungieren sie bei der Erweiterung des ganzen Luftweges.

Um den bei den Anuren im einzelnen sehr mannigfaltig gestalteten Eingang in die Stimmlade zieht sich eine am vorderen Teile in eine paarige Erhebung fortgesetzte Schleimhautfalte, die auch nach hinten manchmal in eine Vorragung übergeht. Ob man darin den Anfang einer Epiglottis sehen darf, erscheint GEGENBAUR wenig sicher.

Der Kehlkopf der Reptilien wird von einem Cricoid von mehr oder minder vollständiger Ringform gestützt und dieses trägt gewöhnlich die freien Arytaenoidknorpel. Der Cricoidknorpel erscheint in der Regel noch wenig selbständig. Stimmbänder sind nur bei wenigen Lacertiliern bekannt.

Bei Chamaeleo besteht an der Übergangsstelle des Kehlkopfes in die Trachea eine blasenförmige Ausstülpung der Wandung der Luftwege am vorderen Umfange der letzteren. Die Blase liegt in einem Lymphraum,

der sich vorn über das Sternum herab erstreckt. In die Blase führt eine spaltförmige Öffnung, von deren beiden Rändern zwei zungenförmige Fortsätze einragen, die so aneinandergepaßt sind, daß sie zusammengeschlossen die Kommunikation mit den Luftwegen verschließen, während die Verbindung beim Auseinanderweichen der Fortsätze offen steht. Dieses geschieht, wenn der Kehlkopf nach hinten bewegt wird. Da durch den bei Chamaeleo bestehenden Mechanismus der Zunge während der Nahrungsaufnahme der Eingang in den Kehlkopf geschlossen wird, hat man die Blase als einen Luftbehälter gedeutet, der bei jenem Akte seinen Inhalt bei der Atmung in Verwendung kommen ließe.

Bei allen Reptilien erstreckt sich in der Fortsetzung des eintretenden Bronchus ein Hauptstamm durch die Lunge und darin liegt die Verknüpfung mit der Lunge der Amphibien. Bei Schildkröten besitzt dieser Kanal Knorpelstützen der Wand.

Die Ossifikation der Trachealringe bei den Vögeln wurde von GEGENBAUR als direkter Prozeß erkannt (bei Turdus), verschieden von anderen Verknöcherungen des Skeletts.

Oberer Kehlkopf der Vögel: „Die Schleimhautbekleidung dieses Skelettes läßt keine Falten als Stimmbänder wahrnehmen. Auch die Muskulatur ist vereinfacht.“ „Die Sonderung des Cricoids in die genannten drei Teile unterbleibt beim knorpeligen Zustande dieses Skeletteiles (Struthio), aber auch bei manchen Vögeln, wo Ossifikation besteht (Papageien, Schwan, Pelikan). Nach vorn stark ausgezogen und damit an den Processus epiglotticus der Saurier und Schlangen erinnernd, zeigt sich das unpaare Cricoidstück bei Hühnern, Enten, Möven zugleich knorpelig, bei anderen dagegen ossifiziert (Storch, Reiher). Eine Scheidung der Innenfläche dieses Cricoidstückes wird durch einen Längsvorsprung angedeutet, welcher den verschiedensten Gattungen zukommen kann. Er fehlt den Hühnern, Raubvögeln, auch bei Struthio.“

Säugetiere: Zu dem ererbten Bestande von Stützgebilden, wie wir sie in dem Cricoidknorpel und den Arytaenoidknorpeln bereits kennen, sind neue getreten. Es wurde bei den Reptilien hervorgehoben, daß deren Kehlkopf sich dem aus Resten des Kiemenskelettes bestehenden Zungenbeinapparat auflagert und damit in Vergleichung mit den Amphibien eine Lageveränderung einging. Aus ähnlichen Lagebeziehungen erklärt sich der dem Kehlkopfe der Säugetiere gewordene Zustand eines neuen Skeletteiles, der aus dem vierten und fünften primitiven Bogen, und zwar aus den ventralen Abschnitten derselben entstand und schließlich ein größeres, den Kehlkopf umfassendes Knorpelstück, Cartilago thyreoides, den Schildknorpel oder das Thyreoid bildet, welches mit dem Zungenbein in verschiedener Art in Zusammenhang steht. In der Konstitution des Thyreoid liegt eine Auszeichnung der Säugetiere, durch welche sie von Sauropsiden wie von Amphibien sich entfernen. Eine zweite neue Einrichtung ging aus einer den Eingang in den Kehlkopf von vorn her begrenzenden Schleimhautfalte hervor, die bei Reptilien nur in Spuren bestand. Aus ihr gestaltete sich der Kehldeckel, die Epiglottis. Der Epiglottisknorpel ist ursprünglich Hyalinknorpel (Monotremen), und ein paariges Gebilde, und entspricht somit einem vierten Kiemenbogen.

Das Cricoid ist bei Monotremen (wie bei manchen Reptilien) dorsal noch nicht zu einem vollen Abschluß gelangt und wird größtenteils nur membranös geschlossen und durch einen kleinen Schaltknorpel (Procricoid) ergänzt. Der vordere Rand trägt die beiden Arytaenoid- oder Stellknorpel, zwischen welche sich ein zweites Procricoidknorpelchen einschiebt (bei

Echidna), während dasselbe sonst den Stellknorpelchen auflagert (Ornithorhynchus. Den Aufbau des Cricoid aus mehreren Ringen bekunden einige Einschnitte und andere Trennungsformen.

Die Ausbauchung des Thyreoid bei den Beutlern (wenig bei Perameles, mehr bei Didelphys, am meisten bei Phalangista) wird auch von GEGENBAUR erwähnt.

Die Entstehung der Stimmbänder ist an das Auftreten des Thyreoid geknüpft. Die vorn am Thyreoid befestigte Schleimhaut bildet, indem sie jederseits sich zum Arytaenoid hinzieht, Falten, aus welchen die Stimmbänder hervorgehen.

Die Cartilago Wrisbergi (C. cuneiformis) nimmt ihre Entstehung aus der Anlage des Epiglottisknorpels (GÖPPERT). Die dem Stellknorpel aufsitzende Cartilago Santoriniana gliedert sich vielleicht vom Stellknorpel ab, ist vielleicht auch aus der Schleimhaut hervorgegangen.

Im allgemeinen kommt bei Säugern die Struktur der Bronchi mit jener der Trachea überein und mit Modifikationen ist dieses auch auf die Äste der Bronchi fortgesetzt, denen wir bei der Lunge begegnen.

Vollständige Knorpelringe der Trachea bestehen bei manchen Marsupialiern (Phalangista fuliginosa), am ersten Abschnitt der Luftröhre von Galeopithecus und Lemur, und einigen Nagern (Castor, Aguti) und Robben.

In der bisweilen vorkommenden Verbindung von Trachealringen spricht sich ein Rest des alten Zustandes des Skelettes der Luftwege und die Entstehung aus der primitiven Cartilago lateralis aus, aus welcher alle hier bei den Luftwegen in Betracht kommenden Knorpelstützen entstanden. (GEGENBAUR *01*.)

Noch weniger als in den Weichteilen scheint zunächst eine Homologisierung möglich, wenn wir die Hartteile des Atmungsapparates, seine knorpeligen und knöchernen Stützelemente betrachten. Die Knorpel des Atmungsapparates zeigen bei den verschiedenen Vertretern der Wirbeltiere eine ganz verschiedene Zahl und Teile, welche bei manchen Wirbeltieren zahlreiche Knorpel tragen (z. B. innerhalb der Lunge gelegene Bronchien), ermangeln bei anderen oft nahe verwandten Wirbeltieren dieser harten Stützgebilde ganz.

Da scheint also für eine Homologisierung von vornherein jeder Boden entzogen und wir müssen annehmen, daß die Knorpel, welche im Atmungsapparat so verschieden weit peripher reichen, nur darin homolog sind, daß sie in der Stützsubstanz des Atmungsapparates entstehen, daß sie aber im übrigen nur analoge und höchstens physiologisch gleichwertige Bildungen darstellen. Es macht durchaus den Eindruck, als ob wir hier nicht einzelne Knorpel homologisieren könnten, sondern nur den gesamten knorpeligen Apparat und am besten den gesamten Stützapparat als eine topisch und histologisch verschieden gegliederte Einheit auffassen würden.

Trotz dieser im allgemeinen zweifellos zu Recht bestehenden Anschauung ist es der unermüdlichen Arbeit von C. GEGENBAUR und anderer gelungen, die bei höheren Wirbeltieren bestehenden Knorpel des Kehlkopfes nicht nur bis zu den Amphibien zurück zu verfolgen, sondern auch bei den eines Kehlkopfes ermangelnden Fischen in deren Kiemenbogen die Skelettstücke aufzufinden, aus denen die Kehlkopfknorpel der höheren Wirbeltiere hervorgegangen sind.

In seiner vergleichenden Anatomie stellt C. GEGENBAUR *01* das Ergebnis aller auf dieses Ziel gerichteten Forschungen zusammen, und nachfolgende Tabelle veranschaulicht in übersichtlicher Form die Be-

ziehungen, welche diese Lehre zwischen Kiemenbogen und Kehlkopfknorpel als sicher bestehend erkannt hat./ (Oppel *02*.)

Darstellung der Metamorphosen, welche die knorpeligen, dem Kiemendarm angehörigen Bogengebilde bei den gnathostomen Wirbeltieren eingehen, nach Gegenbaur *01*.

Primitive Bogen	Pentanche, Selachier	Teleostei	Amphibien, Urodelen, Larven und Perennibranchiaten	Monotremen	Mammalia
I	Oberkiefer und Unterkiefer	Palato-quadratum und Cartilago Meckelii		Incus, Malleus und Cartilago Meckelii	
II	Hyoidbogen		Columella und Hyoidbogen	Äußeres Ohrskelett, Stapes, Erster Hyoidbogen	
III	Erster Kiemenbogen			Erster Thyreoidbogen	Zweiter Hyoidbogen
IV	Zweiter Kiemenbogen			Zweiter Thyreoidbogen	Cartilago thyreoides
V	Dritter Kiemenbogen			Dritter Thyreoidbogen	
VI	Vierter Kiemenbogen		Kiemenbogenrudiment	Epiglottisknorpel	
VII	Fünfter Kiemenbogen (ohn. Kieme)	Kiemenbogenrudiment	Cartilago lateralis	Ary-crico-trachealknorpel	

/Merkel äußerte sich über die Herkunft der Kehlkopfknorpel folgendermaßen: Über die Herkunft der Kehlkopfknorpel sind die Meinungen in manchen wichtigen Punkten noch nicht völlig geklärt. Die Anschauungen, wie sie Henle in seiner grundlegenden Arbeit ausgesprochen hat, haben sich nur zum Teil aufrecht erhalten lassen. Auch nach den Untersuchungen der neueren Forscher wird die Cart. cricoidea allseitig als eine Umwandlung der obersten Teile der Trachea anerkannt. Die Cart. arytaenoideae werden von Dubois und Gegenbaur ebenfalls als von dieser — resp. der Cart. lateralis — abgespaltene Knorpelstücke angesehen und zwar sind sie die ersten Teile des Knorpelgerüstes vom Kehlkopf, welche noch vor dem Ringknorpel auftreten. Wiedersheim möchte sie als den ersten und ältesten Teil des Knorpelskeletts der Luftwege überhaupt betrachten, an welchen sich kaudalwärts die eigentlichen Trachealknorpel — bezw. der Ringknorpel — erst sekundär anschließen. Die Cart. thyreoidea ist nach Dubois aus dem 4. und 5. Visceralbogen nebst Copula hervorgegangen, eine Angabe, welcher sich Gegenbaur und Göppert vollständig, Wiedersheim im wesentlichen anschließt und welche Kallius durch seine Rekonstruktionen auch für den menschlichen Kehlkopf beweist.

Die Cart. epiglottica hält Dubois für eine Verknorpelung des submukösen Gewebes der glossolaryngealen Querfalte, Gegenbaur für einen Abkömmling des Kiemenapparates./ (Merkel *02*.)

/Ich selbst habe mich über diese Frage folgendermaßen ausgesprochen: Gewiß ist es von großem Interesse, an der Hand der Gegenbaurschen Tabelle und der Ausführungen von Gegenbaur *01* und der

neuen Darlegungen von GÖPPERT *01* und *02*, auf welche letztere ich unten bei Besprechung des Säugetierkehlkopfes noch zurückkommen werde, zu prüfen, welche Einzelglieder des knorpeligen Stützsystems im Atmungsapparat höherer Wirbeltiere sich schließlich auf bestimmte Teile des Kiemenskelettes zurückführen lassen. Wertvoller erscheint mir aber der Umstand zu sein, daß wir in diesem Eingehen in das Einzelne das Mittel gefunden haben, um den Beweis für eine Lehre von weittragendster Bedeutung zu liefern, nämlich von der Abstammung der Gesamtheit dieser Atmungsknorpel der höheren Wirbeltiere vom Kiemenskelett der Fische. Wir dürfen heute annehmen — und das scheint mir der wichtigste Punkt dieser Lehre zu sein — daß dieselbe knorpelige Anlage, welche den Atmungsapparat der Fische stützt, schließlich auch die Stützelemente für den Atmungsapparat der Säugetiere und des Menschen bildet. Die vielen einzelnen Knorpelchen, welche wir im Atmungsapparat der höheren Wirbeltiere sehen, sind also, wenn sie auch im einzelnen neu in die Erscheinung treten (z. B. viele Trachealknorpel), nicht neu entstandene Bildungen, sondern sie entstammen in ihrer Gesamtheit (und wir können sie, wie ich oben erwähnte, als eine gegliederte Einheit betrachten) derselben anders gegliederten Einheit, welche wir schon bei Fischen im Dienst des Atmungsapparates sehen.

Neben die gegliederte Einheit der Lunge, welche wir unten kennen lernen werden, können wir also die gegliederte Einheit ihres Stützapparates stellen, und beide lassen sich von den niedersten bis zu den höchsten der heute lebenden Wirbeltiere durchverfolgen, als ein Homologon nach ihrer Herkunft. Der Versuch, einzelne Glieder zu homologisieren, führte zum Resultate, daß das Ganze homolog ist. Und dieses Resultat wird, wie ich glaube, ein dauerndes sein, wenn auch fortschreitende Forschung manche der heute homologisierten Einzelglieder des Stützapparates einmal nur als analog oder physiologisch gleichwertig wird erscheinen lassen, wie dies heute für das einzelne Lungenelement bereits geschehen ist./ (OPPEL *02*.)

Lunge.

Auch hier stelle ich eine kurzgefaßte Darstellung der Entwicklung des Organes nach den neueren Autoren voraus, ehe ich an die vergleichende Betrachtung gehe, in welcher die Phylogenie des Organs breiteren Raum einnehmen muß.

/In der Entwicklung der Amphibien- und Amniotenlunge herrschen im großen und ganzen in der ersten Anlage durchaus übereinstimmende Verhältnisse. Sie entsteht an der ventralen Seite der Vorderdarmwand unmittelbar hinter dem Kiemenbereich als Rinne, welche sich dann von ihrem kaudalen Ende an gegen den zum Oesophagus werdenden Teil des Darmrohres abzuschließen beginnt. Gleichzeitig oder schon vor dem Beginne der Abschnürung wachsen aus ihrem kaudalen Ende in die Leibeshöhle jederseits einragend die beiden primitiven Lungensäcke hervor. Der Abschluß der Lungenrinne gegen das Darmrohr führt zur Bildung der Trachea, die dann mehr oder weniger stark in die Länge wächst. Nur vorn erhält sich die Verbindung beider. Der dieselbe vermittelnde Teil des Luftweges wird zum Kehlkopf, die Mündung zum Aditus laryngis, dessen Umgebung bei Amnioten eine besondere Ausgestaltung erfährt.

Von den Amphibien kennen wir am eingehendsten die Lungenentwicklung von Bombinator durch A. GOETTE *75* (vergl. auch A. W. WEYSSE *95*, M. HEMPSTEAD *00* und S. H. GAGE *00*).

Von Sauropsiden ist uns seit A. SEESSEL (Zur Entwicklungsgeschichte des Vorderdarms, Arch. Anat. u. Phys., Anat. Abt. 1877), die erste Anlage der Lunge beim Hühnchen am genauesten bekannt (ältere Beobachtungen bei v. BÄR, REMAK, A. GOETTE, SELENKA). / (GÖPPERT *02*.)

Mit der ersten Entwicklung der Vogellunge haben sich neuerdings besonders WEBER und BUVIGNIER befaßt und auch allgemeine Schlüsse über die genetischen Beziehungen zwischen Lungen und Kiemen aus den Resultaten gezogen.

/ Nach WEBER und BUVIGNIER geben alle Autoren, welche die Entwicklung der Vogellunge untersucht haben (Huhn), an, daß dieses Organ von einer Rinne stammt, welche an der ventralen Seite des Kopfdarms entsteht; vom Ende dieser Rinne gehen zwei hohle Knospen aus, welche die Rudimente der Lungen sind. Nur KASTSCHENKO kam zum Resultat, daß beim Huhn am Ende des zweiten Tages der Vorderdarm erweiterte laterale Ränder zeigt, die respiratorischen Schläuche. Nahe ihren vorderen Enden sind diese segmentiert und lassen die entodermalen Kiemenspalten entstehen. Hinter der fünften Kiemenspalte tragen die respiratorischen Schläuche noch eine letzte, sehr deutliche laterale Erweiterung: die Lungenanlage. Larynx und Trachea sind schon sichtbar zur Zeit des Erscheinens der Lungenknospen; sie zeigen sich als eine leichte ventrale Rinne des Kopfdarms; zuletzt schnüren sich dieselben ab und lassen das Rudiment des Atmungsapparates entstehen, welches die Klassiker abgebildet haben.

WEBER und BUVIGNIER, welche die Ente untersuchten, bestätigen im ganzen KASTSCHENKOS Angaben für das Huhn, sie unterstützen, wie jene, die klassische Lehre von der Entwicklung des Lungenapparates der Vögel. WEBER und BUVIGNIER differieren von KASTSCHENKO in folgenden Punkten. Wenn es wahr ist, daß die Lungenanlage ursprünglich paarig und bilateral ist, so fanden sich die respiratorischen Schläuche KASTSCHENKOS nicht. Der Larynx und die Trachea erscheinen als eine sekundäre Bildung; in der ganzen tracheo-pulmonalen Gegend zeigt eine mediane dorsale, ursprünglich hypochordale Rinne zu der Bildung des Oesophagus in dieser Gegend Beziehungen, die zu untersuchen interessant sein wird. / (WEBER und BUVIGNIER *03b*).

/ Beim Huhne selbst können WEBER und BUVIGNIER die Resultate von KASTSCHENKO, betreffend die Lungenentwicklung, nicht mehr als bei der Ente bestätigen. Im ganzen sind die ersten Entwicklungsstadien des Lungenapparates beim Huhne sehr verschieden von der Ente. Die Lungen entstehen auch aus zwei paarigen und bilateralen Knospen, aber diese Knospen liegen viel näher der ventralen Medianlinie. Ihre topographischen Beziehungen zu der Fortsetzung der Bronchialcrista sind weniger deutlich und die Trachea ist schon bereit sich zu bilden im Moment, in dem die Rudimente der Stammbronchien erscheinen. / (WEBER A. et BUVIGNIER *03c*.)

/ WEBER und BUVIGNIER beschäftigen sich weiterhin mit der morphologischen Bedeutung der Lungenanlage bei den Wirbeltieren. Sie erinnern daran, daß GEGENBAUR (siehe jedoch oben p. 131) den Lungenapparat einer umgebildeten Schwimmblase identifizieren wollte. Die Schwierigkeit, daß die Schwimmblase eine dorsale, die Lungen ventrale Bildungen des Darmrohres sind, suchte ALBRECHT zu beseitigen, indem er nicht nur eine eigentliche dorsale Schwimmblase, sondern auch bei der Mehrzahl der Säugetiere eine ventrale oder Stimmblase annahm, welche bei einigen Fischen (Diodonten, Tetrodonten) sich in Form einer kleinen Tasche des Darmes, bei den Dipnoern, Amphibien und Amnioten aber

als Lungenapparat erscheint. Dann zeigte FANNY MOSER (siehe oben p. 126), daß sich die Schwimmblase lateral anlegen kann, aber auch diese Gelehrte konnte keinen Übergang finden zwischen dem Luftsack der Fische und dem subintestinalen Lungenapparat. Embryologische Untersuchungen haben niemals eine Verwandtschaft zwischen Schwimmblase und Lunge ergeben. Im Gegenteil kamen GÖTTE, FOL und KASTSCHENKO dazu, die Lungenanlagen mit wahren entodermalen Taschen zu homologisieren, WEBER und BUVIGNIER selbst fanden auf Grund ihrer Untersuchungen an der Ente, daß trotz Übereinstimmung in der Topographie zwischen Lungenanlagen und den Kiemenspalten das Lungensegment des Darmrohres erst erscheint, wenn die eigentümliche Anordnung der Kiemenregion bereits entstanden ist. Die lateralen Ränder des Darmes in dieser Höhe sind also nicht ein nicht segmentierter Abschnitt der respiratorischen Schläuche von KASTSCHENKO. WEBER und BUVIGNIER nehmen folglich an, daß die Lungen nicht aus einer Umbildung der tatsächlichen Kiemenspalten entstehen, sondern daß sie bei den Vertebraten erschienen sind, deren Kiemenzahl schon sehr reduziert war. Sie sind auf einem Segment des Kopfdarmes entstanden, welchem damals die Kiemenspalten fehlten, in der Höhe der Zone, welche ursprünglich diese Organe trug; sie sind namentlich durch das Wiedererscheinen eines Paares der ancestralen Kiemenspalten bedingt.

Die primitiven Verhältnisse der Lungenanlage bei der Ente sind durch sekundäre Prozesse bei Huhn und Miniopterus verschleiert. Infolge einer embryogenetischen Acceleration sind die Rudimente des Atmungsapparates bestrebt, vom lateralen Rand des Kopfdarmes auf die ventrale Fläche zu gelangen. Die Lungenanlage wechselt ihre Lage bei den höheren Wirbeltieren./ (WEBER A. et BUVIGNIER *03d*.)

/ZUMSTEIN hat die spätere Entwicklung der Vogellunge an 15 aneinander anschließenden (Schnittserien, Plattenmodelle) Stadien der Hausente untersucht und schildert die Entwicklung in folgender Einteilung: 1. Der Haupt- oder Stammbronchus, Mesobronchium. 2. Die Seitenzweige des Stammbronchus, die Entobronchien und Ektobronchien. 3. Die Luftsäcke. Da die Entwicklung der Vogellunge bisher nur sehr wenig untersucht worden ist, schildere ich die Angaben ZUMSTEINS etwas eingehender:

1. Der Haupt- oder Stammbronchus, Mesobronchium. Bei der Ente geht der Hauptbronchus kaudalwärts in einen abdominalen Luftsack über. Ein ampullenartiges Vestibulum nach Eintritt in die Lunge ist nicht vorhanden. Der linke Hauptbronchus zeigt nahe der Bifurkation vor Eintritt in die Lunge eine sehr früh auftretende Erweiterung. Diese Erweiterung ist bei dem Korrosionspräparat einer Taucherente an beiden Hauptbronchien vorhanden.

Der Hauptbronchus zeigt die dreifache Länge des Stammbronchus der Maulwurfslunge, bevor seine erste Verzweigung auftritt.

2. Die Seitenzweige des Stammbronchus, die Entobronchien und Ektobronchien. Die zuerst auftretenden Seitenzweige des Stammbronchus gehen aus dessen dorsaler Wand hervor. Zunächst erscheinen drei deutliche Knospen, die sich rasch weiter entwickeln: primäre Zweige. Gegenüber diesen dorsalen Zweigen treten auf der ventralen und ventromedialen Seite Ausstülpungen auf. Sie bleiben aber im Wachstum hinter den dorsalen zurück. Mit fortschreitender Entwicklung vermehrt sich die Zahl der dorsalen Knospen, sekundäre Dorsalzweige. Aus dem ersten primären Seitenbronchus entsteht das erste Entobronchium. Der zweite Primärbronchus und die zwei folgenden sekundären, vor dem dritten

Primärbronchus gelegenen bilden das zweite bis vierte Entobronchium. Die einzelnen Zweige der Entobronchien anastomosieren häufig miteinander. Aus diesen Zweigen wachsen die Lungenpfeifen in lateraler Richtung in das Innere des Lungenkörpers aus. Aus dem dritten Primärbronchus und den folgenden acht bis neun sekundären Zweigen entstehen die Ektobronchien. Diese bilden den lateralen Teil der Lunge. Auch die Zweige der Ektobronchien besitzen zahlreiche Anastomosen. Sie senden die Lungenpfeifen in medialer Richtung in den Lungenkörper hinein, denjenigen der Entobronchien entgegen. Wie die Korrosionspräparate zeigen, verbinden sich dann die Lungenpfeifen der Ektobronchien und Entobronchien miteinander.

3. Die Luftsäcke. Nach Bär unterscheidet man cervicale, interklavikuläre, vordere diaphragmatische, hintere diaphragmatische und abdominale Luftsäcke.

Der abdominale Luftsack geht aus dem Stammbronchus hervor. Der hintere diaphragmatische Luftsack entsteht aus einem ventralen Seitenzweige des Stammbronchus. Auch weitere ventrale Zweige gehen in Luftsäcke über. Der vordere diaphragmatische Luftsack geht aus dem medial um den Stammbronchus herum verlaufenden Fortsatz des zweiten Primärbronchus hervor. Der cervicale Luftsack geht aus einem Aste des ersten Primärbronchus hervor. Der interklavikuläre Luftsack hängt zusammen mit dem lateral um den Hauptbronchus herumgehenden Fortsatze des zweiten Primärbronchus.

Die Arteriae pulmonales zweigen sich etwas kranial über der Teilung der Trachea ab. Sie verlaufen zu beiden Seiten lateral vom Stammbronchus zur Lunge. Der Hauptstamm geht zwischen den Entobronchien und Ektobronchien in den Lungenkörper hinein und gibt hier medial und lateral seine Seitenäste ab, ohne dem Verlaufe des Hauptbronchus und seiner Seitenäste zu folgen, wie dies bei der Säugerlunge der Fall ist. Ein kleinerer Seitenast bekleidet den Hauptbronchus an dessen ventraler Seite. Er versorgt die ventralen Äste des Stammbronchus ebenso wie die kleineren lateralen Zweige desselben. / (Zumstein *00*.)

/ Für die Säugetiere basiert unsere Kenntnis auf den Untersuchungen Köllikers *79* (Kaninchen) und His *87* (Mensch), an die sich N. Uskow 1883 (Kaninchen), Willach *88* (Maus), Robinson *89* (Ratte und Maus), A. Stoss 1892 (Schaf), Nicolas und Dimitrova *97* (Schaf), Narath *01* (Meerschweinchen und Kaninchen) anschließen.

Für die weitere Entwicklung der Lunge erklärt Göppert als das Prinzip, welches dem Fortschritt im Bau zugrunde liegt, die Vergrößerung der respiratorischen Oberfläche durch zentripetal einspringende Leisten oder Septen, die als Träger der Blutgefäße dienen (Dipnoer). Das Septensystem gewinnt eine streng gesetzmäßige Anordnung (Reptilien), so zur Entstehung des Stammbronchus und weiterer Bronchien führend. Bei Vögeln und Säugetieren erfolgt die Oberflächenvergrößerung durch seitliche Sprossung des primitiven Lungensackes. Den scheinbaren Widerspruch zwischen Ontogenese und Phylogenese (hier zentrifugale Verästelung, dort zentripetale Septenbildung) erklärt Göppert damit, daß es sich in der Ontogenese nur um eine Beschleunigung und Vereinfachung der Entwicklung handele. Die Lungenanlage wächst nicht erst zu einem weiten langen Schlauch heran, der dann erst abgekammert wird, wie man nach Kenntnis der fertigen Zustände denken könnte, sondern die Herstellung der Komplikation beginnt gleichzeitig mit dem Auswachsen der Anlage, und die Vergrößerung des Binnenraumes prä-

sentiert sich infolgedessen als Sprossung. Daß dabei auch dem mesodermalen Teil der Anlage eine wichtige Rolle zufällt, scheint GÖPPERT sicher zu sein./ (GÖPPERT *02*.)

Da die Lunge aus dem Darmrohr entsteht, so liegt es nahe, der Beziehungen zu gedenken, welche beide Organe aus gemeinschaftlichem Ursprung bewahrten. So sehen wir in beiden eine von einem Epithel gedeckte Schleimhaut, ferner in der Wand, dem Stützgewebe beigemischt, Muskelelemente und nach außen eine Serosa. Manche Autoren haben auch versucht, auf diese Beziehungen weiterzubauen. Doch verliert man bei solchen Versuchen bald den sicheren Boden unter den Füßen, da die Lunge gemäß der ihr eigenen Funktion sich auch im Bau von dem Darmkanal wesentlich unterscheidet. Immerhin sei von solchen in der Literatur gezogenen Vergleichen wenigstens der von STIRLING, die Nervenapparate von Lunge und Darm betreffende mitgeteilt.

/STIRLING betrachtet seine Beobachtungen an dem Nervenapparat der Lunge von Triton (siehe dort), Frosch, Katze, Kaninchen, Hund und anderen Säugetieren hinsichtlich der Entwicklung und Homologie. Die Lungen entstehen aus dem Darmkanal und enthalten in ihrem vollständig entwickelten Zustande anatomische Elemente vergleichbar denen, welche in den Wänden des Verdauungstraktus bestehen. Demnach wäre der Nervenplexus in der Lunge vom Triton mit einem oder beiden der in der Darmwand bestehenden Plexus (AUERBACHscher und MEISSNERscher Plexus) zu vergleichen, ohne daß STIRLING über die zweifellos wichtige, den Lungennerven und ihren Ganglienzellen zukommende Funktion eine Entscheidung trifft./ (STIRLING *81*.)

In der Anlage der Lunge bei niederen und höheren Vertebraten tritt offenbar eine ähnliche Veränderung in die Erscheinung wie bei der Anlage der Drüsen. Größere Räume (weites Lumen) und Septenbildung sehen wir vielfach (in Lunge und Drüsen) bei niederen Wirbeltieren, Verzweigung von Schläuchen (Tubuli, Acini etc.) bei höheren Wirbeltieren. Dieser Gedanke tritt uns schon in den weit zurückliegenden Ausführungen LEYDIGS entgegen.

/Die Lungen der Wirbeltiere spiegeln in ihren Umrissen immer das Bild einer Drüse wieder, und leicht ist es, sich die verschiedenen Abstufungen von einfacher bis zusammengesetzter Bildung vorzuführen. Die Tritonen haben einfache Lungensäcke. Bei Fröschen und anderen entstehen durch Vorspringen von Septen auf der Innenfläche rhomboidale Maschen, auf deren Fläche zum zweiten Male kleine Waben zum Vorscheine kommen, und bei den höheren Ordnungen der Reptilien kann die Lunge durch fortgesetzte Vermehrung der Dissepimente eine mehr parenchymatöse Natur annehmen. Bei den Vögeln besteht die Lunge aus häutigen Röhren und Pfeifen, welche in die Bronchien offen sind und welche man dem primären Lungensack der Amphibien für gleichwertig ansehen kann. Die Wände der Röhren werden wiederum mit einem feinen Netz von kleinen Scheidewänden überzogen, wodurch gleich den Waben der Amphibienlunge meist sechseckige Höhlen entstehen, und auch in jeder Masche dieses Netzes liegen noch kleinere sechseckige Räume, welche LEYDIG mit den Endbläschen der Säugetierlunge vergleicht./ (LEYDIG *57*, p. 371 f.)

Schon die älteren Forscher machten sich Gedanken über die Phylogenie der Lunge. /So ist nach MECKEL folgendes die Entwicklungsweise der Lunge bei Amphibien und Reptilien: Anfangs zwei lange, einfache glatte, bloß häutige Säcke bei den Salamandern, Sirenen, Proteus.

Darauf wird die atmende Oberfläche dieser Säcke durch Vorsprünge vergrößert, welche Zellen von verschiedener Größe bilden bei den ungeschwänzten Batrachiern, den Ophidiern, mehreren Sauriern, am meisten bei den letzteren, indem ihre Zellen die bei weitem feinsten sind. Auch unter ihnen gibt es bedeutende Abstufungen.

Hierauf wird der einfache Sack, außer den Zellen, mehrfach abgeteilt. Zuerst offenbart sich beim Gecko im Luftröhrenast das Streben, in der Lunge als sich verzweigender Kanal fortzulaufen, der aber nur in einem Teil seines Umfanges verschlossen ist, und sich in eigene Zellen öffnet. Bei Calotes und Scincus ist diese Bildung vollkommener. Beim Chamaeleon zerfällt die Lunge in drei Lappen, welche aber gegen ihr hinteres Ende zu wieder in einen zusammenfließen. Bei Stellio vulgaris und Iguana endlich ist die Bildung am zusammengesetztesten, indem jede Lunge von oben nach unten in zwei Säcke zerfällt, welche außer der Eingangsöffnung nirgends zusammenhängen. Jeder dieser beiden Säcke wird abermals durch Vorsprünge ungleich, welche die Höhle des Luftröhrenastes bei Tupinambis bengalensis und den Krokodilen in dem größten Teile, bei den Schildkröten in der ganzen Länge der Lunge gleichmäßig erreichen. Die bei der Landschildkröte die ganze Dicke der Lunge einnehmenden queren einfachen Säcke werden bei den Seeschildkröten nicht bloß von vorn nach hinten mehrfach abgeteilt, sondern durch eine Längenzwischenwand in eine äußere und innere Reihe zerfällt.

Merkwürdig bei dieser allmählichen Ausbildung einer jeden Lungenhälfte ist die Analogie mit der Entwicklung der Duplizität der Lunge bei den Ophidiern, „wo auch der zweite Seitenlappen verhältnismäßig sehr klein, unvollkommen, grobzellig, mit dem großen, äußerlich zu einem verschmolzen ist, bis beide allmählich sich völlig voneinander trennen und vollkommen gleichmäßig entwickeln". (Meckel *18*.)

Diese Ableitungen lassen sich jedoch heute schon deshalb nicht ohne weiteres mehr vertreten, da die linke Hälfte der Ophidierlunge nicht als eine unvollkommen entwickelte, sondern als eine rudimentär gewordene Lunge aufgefaßt werden muß (vergl. darüber Wiedersheim *02*. p. 422).

Rossignol geht davon aus (er überschreibt dieses Kapitel „Analogie") p. 44 ff., daß der Atmungsapparat aus zwei anatomisch und physiologisch getrennten Teilen besteht, deren einer der Luftzuführung, deren anderer der Hämatose dient. Das Luft zuführende System besteht bei Reptilien zuerst aus einem einfach, mit einer sackförmigen Erweiterung endenden Rohre (Batrachier), dann aus einem wenig verzweigten Rohre, dessen Endzweige gleichfalls sackförmig erweitert, sich innig miteinander verbinden, um eine einzige Tasche zu bilden (Chelonier). Bei den Vögeln werden die Bronchialverzweigungen viel zahlreicher, aber anstatt blind zu enden, anastomosieren sie untereinander an ihren Enden und bilden eine Art von Labyrinthnetz. Bei den Säugetieren vervielfachen sich die Bronchialteilungen noch viel mehr und endigen isoliert, wie es Rossignol zeigte, in Form erweiterter Blindsäcke, ganz wie bei Reptilien.

Der wichtigste Teil des Apparates, derjenige, welchem die Funktion der Hämatose zukommt, ist dagegen in allen drei Klassen identisch, denn er erscheint stets unter der Form von Zellen oder besser von Alveolen (Rossignol p. 45). Allein bei den Reptilien kleiden diese Alveolen die Innenfläche der Lungensäcke und bei den Vögeln die Wände der anastomosierenden Schläuche aus, während sie bei der dritten Klasse zugleich die Wände der Enderweiterungen der Bronchien und diejenigen

der Schläuche, welche diese Erweiterungen liefern, bedecken. Es findet sich demnach in dieser Hinsicht bei den Säugetieren nicht nur einfache Analogie mit den beiden vorausgehenden Klassen, sondern Verbindung der beiden fundamentalen Typen des feinen Baues, welchen sie zeigen, d. h. ein Apparat, welcher viel vollständiger ist und folglich mehr in Harmonie mit der organischen Entwicklung steht, welche diese Tierklasse zeigt, als man früher geglaubt hatte. ROSSIGNOL sieht in dieser Tatsache die schönste Bestätigung seiner Untersuchungen. / (ROSSIGNOL *46/47.*)

/ Der „Fundus" eines Bronchus mit den ansetzenden Lungenbläschen beim Menschen ist in jeder Hinsicht der Froschlunge sehr ähnlich, so daß sich sagen läßt, die menschliche Lunge sei aus einer zahllosen Menge kleinster Froschlungen zusammengesetzt. Vom Frosch bis zum Menschen läßt sich eine Reihe von Lungenbildungen durchverfolgen, welche alle aus denselben Elementen bestehen und keinen anderen Unterschied zeigen, als in der Zahl der zusammensetzenden Elemente (Saurier, Ophidier, Chelonier). / (CRAMER *47.*)

/ Man vergegenwärtigt sich den Bau der menschlichen Lungenbläschen am besten, wenn man sich daran hält, daß ein einziges Infundibulum der Menschen- und Säugetierlunge einer ganzen Froschlunge mit ihren Alveoli parietales gleichzusetzen ist. / (LEYDIG *57*, p. 367 f.)

/ Der Vergleich eines Infundibulum des Menschen mit den einfachen Lungensäcken, z. B. denen des Frosches, ist gerechtfertigt. / (ARNOLD *63b.*)

/ Jede Lunge von Mensch und Säugetieren ist nur eine Anhäufung von unendlich viel kleineren Lungen, als es diejenigen der Batrachier sind, aber von ganz analogem Bau. / (SAPPEY *89.*)

/ Eine genauere Begründung solcher Vergleiche suchte MILANI zu geben, indem er in seinen Untersuchungen der Reptilienlunge in bestimmter Formulierung einzelne in der Wirbeltierreihe vorhandene Lungentypen voneinander ableitete. Nach MILANI sind Lungen vom Lacertiliertypus aus Lungen vom Sphenodontypus hervorgegangen (Zwischentypus: Iguana). Vom Lacertiliertypus würde der Varanustypus zu den warmblütigen Amnioten überleiten. Die Komplikation der Lunge kommt nach MILANI durch die Entstehung und die darauffolgende Vergrößerung von S e p t e n zustande, die sich von der ventralen und dorsalen Lungenwand erheben und sich, bei mehr oder weniger parallelem Verlauf zur Querschnittebene, zwischen der lateralen und medialen Lungenwand ausspannen. Unter den Cheloniern hätten wir im Lungenbau die Testudinidae als die ältesten Formen anzusehen, die Trionychidae als die nächst jüngeren und die Chelonidae als die jüngsten. Wie sich alle komplizierteren Lacertilierlungen und alle Chelonierlungen auf einen und denselben Typus zurückführen lassen, so ist es auch sehr wahrscheinlich, daß sich auch die Crocodilierlungen von jener gemeinsamen Stammform ableiten lassen und daß dieselben Gesetze, welche als maßgebend für die Komplikation der Lacertilierlungen erkannt wurden, auch für die Entwicklung der Crocodilierlungen maßgebend gewesen sind. / (MILANI *94* u. *97.*)

/ MILANI weist (p. 147 f.) auf die zahlreichen Übereinstimmungen hin, welche zwischen einer Vogellunge und der Lunge von Thalassochelys caretta im makroskopischen Verhalten bestehen. Wenn wir den Fall setzen, in der Vogellunge fände eine Kommunikation der Lungenpfeifen untereinander nicht statt und in der Thalassochelyslunge seien die Knorpeleinlagerungen zu Anfang der vordersten vom Bronchus abgehenden Gänge nicht vorhanden, so wären nach MILANI „zwischen den beiden Lungen

ausschließlich graduelle Unterschiede vorhanden, und wir könnten uns die Vogellunge ohne Schwierigkeit aus einer Lunge von der Komplikationsstufe einer derartigen noch auf einer niederen Stufe stehenden Thalassochelyslunge hervorgegangen denken, dadurch, daß sich das System der Alveolen und Krypten noch weiter entfaltet hat, wodurch die Gänge eingeengt und die Alveolen kleiner wurden." Wenn man sich die Kommunikation zwischen den Pfeifen der Vogellunge durch eine parallele Resorbierung der Wände entstanden denkt, wie sie Milani ähnlich in der Lunge von Varanus und Alligator (Durchbohrungen) beschreibt, so erscheint es Milani in der Tat möglich, daß die Vogellunge wirklich diesen Entwicklungsgang genommen hat.

Für die Ableitung der Säugerlunge von der Reptilienlunge (Thalassochelys) legt Milani neben der Septenbildung besonderen Wert auf das Zustandekommen der Knorpeleinlagerungen in den intrapulmonalen Bronchien und erörtert eingehend die hierfür bestehenden Möglichkeiten. (Milani *97*.)

Gegen letzteren von Milani eingeschlagenen Weg ist einzuwenden, daß bei zahlreichen Säugetieren sämtliche intrapulmonale Bronchien knorpelfrei sind. Man könnte also annehmen, daß ein Knorpelgehalt der intrapulmonalen Bronchien in den den Reptilien und den Säugetieren gemeinschaftlichen Stammformen überhaupt nicht vorkomme. Es wären dann jene Bemühungen Milanis umsonst gewesen. Auch erklärt Milani gar nicht, wie sich der im feineren Bau sich aussprechende Unterschied zwischen der Reptilien- und Säugerlunge in seinem Sinne verstehen läßt.

F. Moser *02* vermißt in den Milanischen Darstellungen vor allem die embryologische Begründung und sucht durch eingehende Besprechung zur Richtigstellung der Milanischen Ergebnisse in dieser Richtung beizutragen.

Milani *94* und *97*, welcher sich des Semperschen Trockenverfahrens an frischem Material bediente, hat neben den allgemeinen Resultaten auch eine eingehende Darstellung der gröberen Strukturverhältnisse der Lacertilier-, Chelonier- und Crocodilierlunge (worauf unten noch Bezug zu nehmen sein wird) unter genauer Berücksichtigung der einschlägigen Literatur gegeben und seine Arbeiten liegen auch der neuesten Schilderung durch Wiedersheim *02* zugrunde, welch letzterer auch einige der Milanischen Figuren wiedergiebt.

Miller bringt in einer Anzahl schematischer Figuren (siehe Fig. 86—93) die Fortentwicklung der Wirbeltierlunge zur Darstellung. Necturus und Rana zeigen die beiden Extreme der Amphibienlunge, Necturus mit glatter Lunge, Rana mit Septen und sekundärem Netzwerk in der Lunge. Zwischen beiden finden sich alle Übergangsstadien. In der Froschlunge beginnen sich die Septen zu bilden, welche bestimmt sind, bei höheren Säugetieren die Lunge in Fächer zu teilen. Die Schlangenlunge ist in mancher Hinsicht eine Fortsetzung der Lunge von Necturus und der des Frosches. In ihrem komplizierteren Teil ist die Schlangenlunge wenig weiter als die Froschlunge. Die Gruppierung der Alveolen (air-cells) zu Luftsäcken (air-sacs) in der Schlangenlunge ist mehr ausgesprochen bei anderen Reptilien.

Bei Heloderma suspectum ist die Zentralhöhle der Lunge in Luftsäcke und diese wieder in Alveolen (air-cells) geteilt (letzteres wie bei der Froschlunge). Der Bronchus setzt sich in die Lunge fort und reicht bis zu dem hinteren Sack, wo er mit einer runden Öffnung endigt. Die Lunge ist etwas weiter vorgeschritten als die Schlangenlunge. Die Luft-

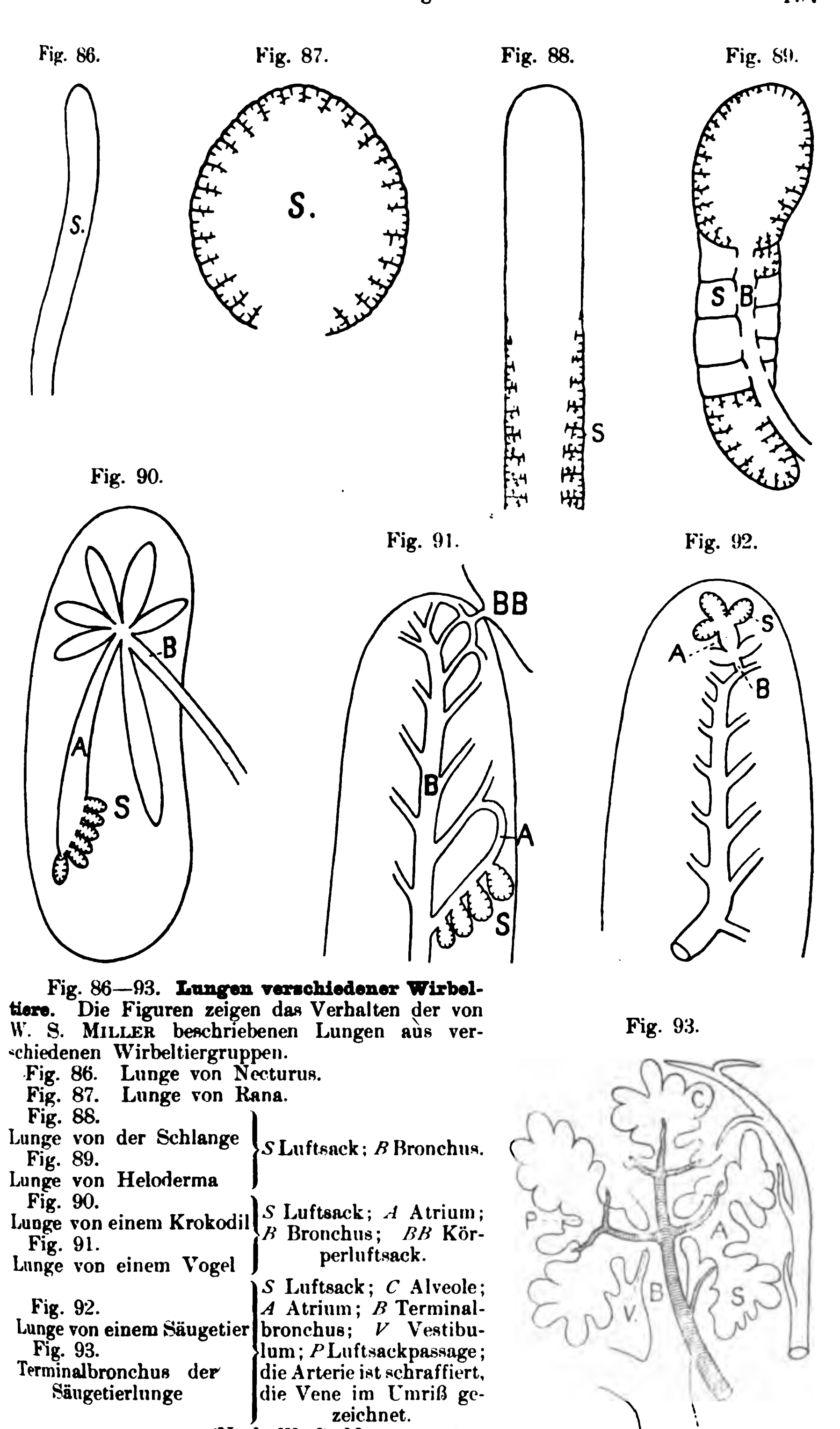


Fig. 86—93. **Lungen verschiedener Wirbeltiere.** Die Figuren zeigen das Verhalten der von W. S. MILLER beschriebenen Lungen aus verschiedenen Wirbeltiergruppen.

Fig. 86. Lunge von Necturus.
Fig. 87. Lunge von Rana.
Fig. 88. Lunge von der Schlange, Fig. 89. Lunge von Heloderma: *S* Luftsack; *B* Bronchus.
Fig. 90. Lunge von einem Krokodil, Fig. 91. Lunge von einem Vogel: *S* Luftsack; *A* Atrium; *B* Bronchus; *BB* Körperluftsack.
Fig. 92. Lunge von einem Säugetier, Fig. 93. Terminalbronchus der Säugetierlunge: *S* Luftsack; *C* Alveole; *A* Atrium; *B* Terminalbronchus; *V* Vestibulum; *P* Luftsackpassage; die Arterie ist schraffiert, die Vene im Umriß gezeichnet.

(Nach W. S. MILLER *93.*)

säcke haben auf die Zentralhöhle übergegriffen, bis nichts als ein enges Rohr oder ein Halbbronchus blieb. MILLER will letzteren nicht Bronchus nennen, weil er entlang seiner Wände von den Öffnungen der Luftsäcke durchbohrt ist. Er könnte als ein einzelnes „Atrium“ oder als dritte Lufthöhle betrachtet werden, welche mit dem Bronchus kommuniziert. Diese dritte Höhle ist am besten zu sehen beim Krokodil.

Beim Krokodil reicht der Bronchus in die Lunge hinein und teilt sich dann in 8—15 Röhren, welche mit zahlreichen Luftsäcken besetzt sind. Bei diesen Tieren zeigt die Lunge zum erstenmal den Bau, wie er bei den Säugetieren gefunden wird. Es finden sich zahlreiche Luftsäcke, welche mit einer gemeinschaftlichen Höhle oder Atrium kommunizieren, die ihrerseits alle mit einem einzigen Terminalbronchus kommunizieren. Ein einziges Läppchen der Säugetierlunge bildet, wenn es einfach vergrößert wird, die Lunge des Krokodils; die Säugerlunge ist nur ein Konglomerat von Krokodilslungen.

In der Vogellunge verzweigt sich der Bronchus sofort nach seinem Eintritt in die Lunge in zahlreiche Röhren. Jede dieser Röhren verteilt sich in zahlreiche sogenannte Luftpfeifen. Die Luftpfeifen sind nach MILLER nicht wahre Bronchen, weil ihr Bau sehr verschieden ist und weil sie nicht so enden, wie die Endbronchi der Säugetiere. Die Pfeifen anastomosieren gerade unter der Lungenoberfläche frei und senden auch blinde Röhren in das Innere der Lunge, welche sich mit denen der entgegengesetzten Seite begegnen, ohne damit zu kommunizieren. An Stellen, wo zwei oder mehr Pfeifen sich vereinigen, sind große Öffnungen, welche mit den Luftsäcken (air-sacs) oder den Lufthöhlen (air-bags) der Bauchhöhle, Knochen etc. kommunizieren. Diese Lufthöhlen müssen als ein ungeteilter Abschnitt der Lunge betrachtet werden, da sie mit den Pfeifen zusammenhängen und sich auch direkt aus ihnen entwickeln (WELDON, Proceedings of the Zool. Soc. 1883; BUTLER, ibid. 1889; MALL, Journal of Morphology, Vol. V).

Von jeder Pfeife, entlang ihrem ganzen Verlauf, entstehen die Alveolen oder wahre Lungenstruktur. Mit der Reptilienlunge bringt MILLER diese Verhältnisse in folgender Weise in Verbindung. Die Pfeifen sind die Atria der Krokodillunge, nur daß sie sich beim Vogel mehr aneinanderlegen und anastomosieren. Von den Pfeifen oder Atria gehen die Luftsäcke oder die eigentliche Lungensubstanz aus. Man vergl. Fig. 90 und 91.

Im Vogel findet MILLER das wichtige Zwischenglied zwischen Reptil und Säugetier, welches der erste Anfang eines verzweigten Bronchus ist. Bis dahin fand sich nur ein einziger Terminalbronchus oder ein entlang seiner Seiten durchbohrter Bronchus. Bis dahin zeigte sich, daß die Lunge immer mehr kompliziert wurde durch eine zusammenhängende Bildung von Septa, und der Knospungsprozeß bildet nur eine sekundäre Rolle. Jetzt beginnt die Knospung wichtiger zu werden und die Septumbildung ist sekundär.

Säugerlunge: MILLER untersuchte Ratte, Kaninchen, Katze, Hund, Schaf und Mensch und gibt die Darstellung, wie sie nach seiner vorläufigen Mitteilung für den Hund (unten bei den Säugetieren) wiedergegeben werden wird. MILLER unterscheidet folgende Abschnitte: Terminalbronchus, Vestibulum, Atrium, Air-sac passage, Air-sac, Air-cells. Die Schemata Fig. 92 und 93 stellen diese Verhältnisse dar.

MILLER schließt aus seiner Beschreibung, daß die Säugetierlunge nach dem Plan der Lunge der Vögel, Reptilien und Amphibien gebaut

ist. Im allgemeinen kann sie als eine Konglomeration von Krokodillungen angesehen werden. Bei Krokodilen wie bei Vögeln lassen die Atria (es sind nicht Bronchi) zahlreiche Luftsäcke entstehen. Beim Krokodil findet sich nur ein Terminalbronchus, bei den Vögeln mehrere und bei den Säugetieren sind sie zahlreich. Bei Krokodilen und Vögeln läßt jedes Atrium zahlreiche Luftsäcke entstehen; bei Säugetieren läßt jedes Atrium nur wenige Luftsäcke entstehen. Bei Reptilien zeigt die Lunge oft einen zweifachen Bau, eine oder mehrere Lufthöhlen (air-bags) und zahlreiche Luftsäcke und Zellen. Bei den Vögeln ist dieselbe Kombination beibehalten, aber die großen zahlreichen Lufthöhlen erstrecken sich über den Thorax hinaus, ferner besteht eine Kommunikation der Atria miteinander. Bei Säugetieren ist die Spezialisierung nur eine einseitige, es finden sich Atria mit Luftsäcken, aber keine Lufthöhlen./ (W. S. Miller *93*.)

/Spencer kommt in seiner Kritik des Versuches von Miller *93*, die verschiedenen Teile der Lunge, wie sie bei den verschiedenen Wirbeltieren entwickelt sind, zu homologisieren, zum Resultat, daß es vielleicht am sichersten ist, ganz davon abzusehen, die einzelnen Teile der Lunge bei allen Formen von Wirbeltieren im Detail zu homologisieren. In allen Gruppen, von den Dipnoern und Amphibien an aufwärts, ist zwar eine gewisse fundamentale Übereinstimmung vorhanden, aber in den höher entwickelten Lungen jeder verschiedenen Gruppe ist die Spezialisation so weit gediehen, daß es unmöglich ist, die einzelnen Elemente zu homologisieren.

Die Dinge, welche Miller bei verschiedenen Wirbeltieren als Alveolen und als Atrium bezeichnet, sind einander nicht gleichwertig (vergl. die speziellen Belege Spencers unten im Kapitel Dipnoer)./ (Spencer *98*.)

Daß sich Miller der Schwierigkeit seines Versuches einer Homologisierung zwischen mikroskopischen und makroskopischen Unterabteilungen doch nicht ganz unbewußt ist, zeigen die folgenden Sätze:

/Miller nennt die terminale Unterabteilung die „Alveole“ (air-cell); den ersten Haufen (cluster) solcher den „Luftsack“ (air-sac); und wenn eine Gruppe von Säcken sich in eine gemeinsame Höhle mit nicht verschiedenen Wänden öffnet, so nennt er diese Höhle „Atrium“. Dem fügt er nun bei: Vom Standpunkt der Evolution und Entwicklung mag dies nicht ganz richtig sein, weil das, was ursprünglich in einer einfachen Lunge eine Alveole (air-sac) ist, sich nur zum Teil in die Alveole der komplizierten Lunge umbildet; „wenn die Terminologie gewahrt wird, erhält sich ungefähr das gleiche wahr“.

Wenn Lungen verschiedener Tiere nebeneinander gestellt werden, müssen die verschiedenen mikroskopischen Unterabteilungen in den komplizierteren Lungen mit den makroskopischen Unterabteilungen der einfacheren Lungen homologisiert werden./ (W. S. Miller *93*.)

Letzteren Satz Millers halte ich nicht für richtig. Vielmehr muß bei einem Vergleich auch in den einfacheren Lungen nach denjenigen mikroskopischen Einheiten gesucht werden, welche den verschiedenen mikroskopischen Unterabteilungen in den komplizierteren Lungen entsprechen.

/Renaut unterscheidet die unialveoläre Lunge (Proteus), die lobulinäre Lunge (Siren), die lobuläre Lunge (Frosch) und das zusammengesetzte Läppchen der höheren Wirbeltiere. Die Säugerlunge besteht aus einer Menge kleiner Lungen, jede Alveole bildet hier eine elementare respiratorische Höhle, vergleichbar der Lunge eines Proteus./ Renaut *97*.)

Dazu bin ich in Gegensatz getreten (siehe unten), indem ich die Proteuslunge einer ganzen Säugerlunge (welche nur reicher gegliedert ist) vergleichen möchte.

/Die Frage, welchen Teil der menschlichen Lunge man der einfachen Lunge des Frosches vergleichen soll, muß man nach LAGUESSE und D'HARDIVILLER teilen und der Reihe nach in morphologischer und dann in funktioneller Hinsicht ins Auge fassen. In rein morphologischer Hinsicht entspricht jeder der Lungensäcke der Froschlunge einem der Stammbronchien (im Sinne AEBYS). In funktioneller Hinsicht stellt er einen aufgeschwollenen unverzweigten Alveolarkanal dar, der, wenn man so will, auf ein einfaches Infundibulum oder vielmehr auf einen einfachen Blindsack reduziert ist./ (LAGUESSE et D'HARDIVILLER *oo.*)

/Die Lungen der Dipnoer sind nicht ohne weiteres mit den anderen zu verknüpfen. Bezüglich des asymmetrischen Verhaltens des Luftganges scheint bei Ceratodus wie bei Protopterus kein primitiver Zustand gegeben.

Bei Amphibien erscheint in der Lunge durch deren stets ventral am Ende der Kopfdarmhöhle befindliche Ausmündung ein anderer Zustand, für welchen uns in der Schwimmblase von Polypterus ein Vorbild bestand, nachdem wir die ventrale Mündung der Dipnoerlunge als einen sekundären Befund beurteilen mußten. GEGENBAUR läßt die Phylogenese der Lunge noch als offene Frage bestehen, die auch jene der Schwimmblase des Polypterus in sich begreift.

Vergrößerung der inneren Oberfläche ist das Prinzip der Struktur der Lunge (Amphibien, Reptilien, Säugetiere).

An der Mündung stehen bei den niederen Urodelen (Proteus, Menobranchus) die beiden Lungen untereinander in weitem Zusammenhang, über den hinaus nach vorn zu jede Lunge noch einen Fortsatz bildet.

GEGENBAUR weist besonders darauf hin, daß die allmähliche Zunahme des Balkenwerkes in der Lunge bei den Amphibien zur schärferen Sonderung eines Binnenraumes der Lunge führt, welcher physiologisch den Luftwegen zugeteilt wird, mit denen er frei kommuniziert. Er repräsentiert eine Fortsetzung des Luftweges ins Innere der Lunge, und diesem hier erst im Entstehen begriffenen Raum begegnen wir weiter unten wieder am Stammbronchus.

Die Lunge der Salamandrinen kann auch eine Rückbildung erfahren, wobei zum Ersatz die Respiration von Strecken der Kopfdarmhöhle geleistet wird, nachdem jede Spur von Kiemen geschwunden ist (WILDER). „Darin spricht sich eine noch geringe Beständigkeit der Organe bei diesen Amphibien aus."

Der aus der Vergleichung der mannigfachen Zustände der Lunge der Lacertilier sich ergebende Differenzierungsvorgang zeigt vor allem einen von der Peripherie des Organs nach innen zu und zwar gegen die Bronchialmündung fortschreitenden Prozeß (bronchopetale Differenzierungsart). Chamaeleo verlangt eine besondere Beurteilung und ist keineswegs zur Aufhellung der phyletischen Entstehung der Luftwege der Lunge verwertbar.

Bei den Schlangen betrifft die Rückbildung einer Lunge keineswegs stets die der gleichen Seite, so daß die Sonderung noch innerhalb der Abteilung der Schlangen erworben sein muß. Die Varanen und die Krokodile stellen sich nicht bloß durch die höhere Ausbildung der zu den Lungen führenden Luftwege, sondern auch durch die Vervollkommnung der Lunge selbst mittels reicherer Gestaltung ihrer respiratorischen

Flächen über die übrigen Reptilienabteilungen. Den Schildkröten kommt mit veränderter Lage der Lungen ein bedeutender Fortschritt in deren Ausbildung zu.

In seiner fundamentalen Bedeutung gibt sich bei Reptilien eine gewisse Strecke der Luftwege innerhalb der Lungen als Stammbronchus zu erkennen, oder doch einem solchen entsprechend, wenn er auch noch nicht in der höheren Bronchialstruktur erscheint. Es ist der Weg, welcher von der An- oder Eintrittsstelle des Bronchus in die Lunge bis zu deren hinterem Ende verläuft.

Säuger: GEGENBAUR gibt eine Beschreibung der Lungenlappen der Säugetiere und schließt: Aus der großen Mannigfaltigkeit der Befunde in den verschiedenen Abteilungen ersehen wir nur, daß eine Vergleichung dieses oder jenes Lappens der einen Lunge mit denen der anderen Lunge überaus unfruchtbar ist.

„In der Struktur der Lunge der Säugetiere sind die einfacheren Einrichtungen der Reptilien weiter geführt, und wir vermögen, ungeachtet mancher Modifikationen, eine von dorther sich ableitende Gemeinsamkeit des Baues zu erkennen. Sie beruht aber nicht auf dem Vorhandensein eines sogenannten Stammbronchus, in welchen der aus der Teilung der Trachea entstandene Bronchus im Lungenhilus sich fortsetzt (Aeby), sondern in zahlreichen Ästen (Bronchi), die teils dorsal, teils ventral gerichtet, sich wieder in kleinere und kleinste Zweige (Bronchioli) teilen. Nach der Mächtigkeit der Lappenbildung sind jene Äste sehr different, und es bedarf noch genauerer Untersuchungen, als sie bis jetzt vorhanden sind, um hier zur vollen Einsicht zu gelangen.“

Die Zerlegung größerer Abschnitte der Lunge in immer kleinere luftführende Räume hält bei manchen Säugetieren auf einer frühen Stufe inne, wie z. B. bei den Sirenen, in deren Lungen noch sehr geräumige Abschnitte fortbestehen (A. v. HUMBOLDT).

Die vom Haupt- oder Stammbronchus abgehenden Äste nehmen in ihrem Kaliber distal allgemein ab. Hierin besteht bei manchen Säugetieren eine ziemliche Gleichmäßigkeit (Ornithorhynchus, Phascolomys) als niederer Zustand, indes bei anderen der erste Bronchialast oft sich in bedeutender Ausbildung sowohl im Kaliber als bezüglich der Knorpelringe darstellt. So kommt es denn zum Anschein einer Teilung des Bronchus bei seinem Eintritt in die Lunge.

Vögel: Luftsäcke und Pneumatizität des Skelettes dienen vor allem einer Verminderung des spezifischen Körpergewichts (Flugvermögen).

Chamaeleo kann nicht als Prototyp für die Vogelorganisation gelten, da dem die Lagebeziehungen der Lunge, wie die ganze Organisation widerstreben. Viel nähere Ansprüche zur Vergleichung mit der Vogellunge hat die Lunge der Varanen und Krokodile.

GEGENBAUR gibt folgenden „Rückblick auf die Lungen“: „In dem phyletischen Aufbau der Lunge tritt uns von den Amphibien an eine das Organ zu seiner höchsten Stufe begleitende Erscheinung entgegen, von der aus die mannigfaltigsten Zustände sich ableiten, das ist die Oberflächenvergrößerung, die nicht, wie bei der Differenzierung von Drüsenorganen nach außen hin, sondern nach innen zu fortschreitet. Das Kausalmoment hierzu liegt in der Bedeutung der Innenfläche des Organs, an welchem die Wechselwirkung mit der aufgenommenen Luft stattfindet, Austausch der Gase des Blutes mit jenen der atmosphärischen Luft: Kohlensäure gegen Sauerstoff. Die Vergrößerung dieser inneren Oberfläche durch leistenförmige Vorsprünge läßt sehr frühzeitig eine funktio-

nelle Sonderung auftreten, indem die Leisten zugleich Blutgefäßbahnen vorstellen, die der unmittelbaren Beziehung zur Atmung entbehren, indes die von ihnen abgegrenzten Alveolen das respiratorische Kapillarnetz tragen. Die so beginnende Arbeitsteilung gelangt schon bei den Amphibien zu einer vollständigen Sonderung. Durch Vergrößerung der Leisten zu weiter einspringenden Septen und gleichzeitige Vermehrung der Alveolen treten Luftwege in der Lunge in einen Gegensatz zu den peripheren Alveolargebilden mit respiratorischer Bedeutung. Die Fortsetzung des Bronchus führt in einen die Lunge der Länge nach durchziehenden Raum, welcher ohne direkte respiratorische Bedeutung nur Luftweg ist. Zahlreiche Öffnungen durchbrechen die Wand dieses axialen Raumes und führen in alveoläre Kammern. Man kann sagen, daß der Bronchus sich in die Lunge fortgesetzt hat und einen Stammbronchus vorbildet. Unter den Reptilien ist dieser Zustand bei den Schlangen einseitig ausgebildet. In den axialen Raum münden aber viel zahlreichere alveoläre Kammern ein, d. h. der respiratorische Teil der Lunge hat zugenommen. Manche Lacertilier zeigen eine selbständigere Ausbildung der alveolären Kammern. In den ursprünglichen Hauptraum münden dann mehrere weite Röhren, an denen sich der Bau des aus dem Bronchus fortgesetzten Hauptraumes darin wiederholt, daß ihre Wandung ebenfalls von Mündungen alveolärer Kammern durchbrochen ist. Die Luftwege sind dadurch weiter gesondert, daß sie mehr in der Lunge sich verteilen. Auch bei Schildkröten kommt das zustande, und der Stammbronchus erhält hier seine erste Ausbildung durch die Fortsetzung des Knorpelgerüstes von dem außerhalb der Lunge befindlichen Bronchus her. Dieses Auftreten von Knorpel im Innern der Lunge leitet sich von einer Wanderung nicht etwa ganzer Knorpelstücke, sondern vielmehr nur chondrogener Formelemente, von außen her ab. Es zeigt sich nämlich die Knorpelbildung an den Bronchialwänden zwar in den verschiedenen Stadien vorgerückt, niemals aber durch längere knorpelfreie Stellen von den vollkommener knorpelig umwandeten Abschnitten des Bronchus entfernt. In der Zuteilung knorpeliger Stützen zur Wand des Bronchus liegt eine Fortsetzung der primitiven Cartilago lateralis, welche in einzelne Teile aufgelöst ist und auch so entsteht, nachdem sie längst die Einheit zugunsten größerer Vervollkommnung der Grenzen verloren hat.

Bei den Reptilien beginnt zugleich eine Divergenz im Bau der Lunge, indem bei den einen eine Anzahl von Seitenbronchien eine bedeutende Kaliberentfaltung erfährt (Monitoren, Krokodile), während bei anderen die vom Stammbronchus abgehenden Äste, zwar unter allmählicher Abnahme, aber doch mit einer gewissen Gleichartigkeit sich darstellen (Schildkröten). An die erstere Form lassen sich die Lunge der Vögel, an die letztere die der Säuger anknüpfen.

In beiden Abteilungen bleibt der Stammbronchus erhalten als der älteste Teil der intrapulmonalen Luftwege, der aus dem primitiven indifferenten Binnenraum der niedersten Lungenzustände hervorging. Aber für die Vögel wird ein serialer Abgang größerer Bronchien vom Stammbronchus typisch, wie es bereits bei jenen Reptilien angedeutet war. Damit verknüpft sich der größtenteils oberflächliche ramifizierte Verlauf und die Abzweigung der Parabronchien als besonderer Einrichtungen. Die Ausbildung eines den ganzen Körper durchsetzenden pneumatischen Apparates von der Lunge aus stellt endlich das höchste Maß der eigentümlichen Differenzierungsrichtung der Vogellunge dar.

Anders verhält sich die Lunge bei den Säugetieren durch den nicht reihenweisen Abgang von teils ventral, teils dorsal verzweigten Seitenbronchien vom Stamm. Die vorderen gewinnen in der Regel eine bedeutende, mit dem Kaliber des Stammbronchus konkurrierende Mächtigkeit, ohne daß damit die Anordnung eine Störung erleidet. Die Entfaltung des Knorpelgerüstes an der Bronchialwand schreitet bis auf kleinere Zweige fort, die intrapulmonalen Luftwege zu größerer Selbständigkeit erhebend, und mit dieser Ausbildung geht auch jene der respiratorischen Binnenräume Hand in Hand. Die alveolären Blindkanäle, welche die Wand der Parabronchien bei den Vögeln dichtgedrängt durchsetzen, gehen bei den Säugern aus den ramifizierten Enden der kleinsten Bronchien (Bronchiolen) hervor. Die reiche Teilung der Bronchien entspricht der bedeutenden Vermehrung der respiratorischen Flächen, die wieder an Alveolen liegen, wie sie auch am Beginn der Lungensonderung durch Alveolen dargestellt wurden. Der dort einfache intrapulmonale Luftweg, welcher den ganzen Binnenraum umfaßte, ist aber mit der fortschreitenden Sonderung in zahllose alveoläre Kanäle in eine entsprechend große Summe von luftleitenden Röhren, die Bronchien und ihre Zweige verschiedener Ordnung, zerlegt worden, die alle vom Stammbronchus ausgehen.

Mit diesem Aufbau der Lunge hat sich die Verbindungsstelle mit dem Bronchus verändert. Der ursprüngliche Zustand zeigt uns die Lunge als direkte Fortsetzung des Bronchus, und neben dem Bronchus, vor ihm und hinter ihm, treten die Blutgefäße zur Lunge, an welcher sie zuerst oberflächlich sich verteilen. Mit der Ausbildung der Alveolen dringen sie in diese trennenden Leisten und Vorsprünge und rücken so mit dem Fortgang dieses Prozesses gegen das Innere vor. Schließlich findet ihre gröbere Verteilung in dem die Lungenfächer trennenden interstitiellen Gewebe statt. Die fortschreitende Komplikation der Struktur verknüpft sich mit einer Änderung der Form der Lunge, indem diese sich nach vorn (kopfwärts) entfaltet. Bei Amphibien ist diese nach vorn gehende Buchtung nur wenig und keineswegs allgemein ausgeprägt. Mehr ist sie es bei Reptilien, und bei Schildkröten, besonders aber den Krokodilen, erscheint dadurch der Bronchus weit herabgedrückt. Mit dieser Verlegung des Eintrittes des Bronchus in die Lunge kommt der Hilus zur Ausbildung, indem die Blutgefäße den eintretenden Bronchus begleiten und der Bronchus nicht mehr sofort in die Wand der Lunge übergeht, wie in den niedersten Zuständen. Aber ontogenetisch kehrt überall der erste Zustand wieder, und die Anlage jeder Lunge stellt sich, noch ungesondert vom Bronchus, als ein epithelialer Blindsack dar."

„Indem der phyletische Entwicklungsgang der Lunge das Wesen des Prozesses der Vervollkommnung des Organs in einer von der Peripherie her nach innen fortschreitenden Scheidewandbildung kennen lehrt und als Resultat derselben die Komplikation der respiratorischen Oberflächen und der zu diesen leitenden Luftwege zeigt, stellt er sich in einen Gegensatz zu den ontogenetischen Erfahrungen. Wie uns diese für die Lunge der Vögel und Säugetiere bekannt sind, ist nur der erste schlauchförmige Zustand auf einen niederen direkt beziehbar, wenn auch hier schon dem die Mesodermanlage füllenden Epithel die Hauptrolle zukommt. Die ferneren Sprossungsvorgänge erscheinen gleichfalls vom Epithel geleitet, und beim Menschen beginnt sogar alsbald die Scheidung der großen Abschnitte oder Lappen an der rechten und linken Lunge verschieden an den epithelialen Sprossen sich bemerkbar zu machen (His). So geht der

Prozeß bis zur Ausbildung des Organs den Weg der epithelialen Sprossung, wobei er vom Mesoderm begleitet wird. Indem hier, wenn wir bei der Lunge des Menschen bleiben, der vollendete Zustand sogar in nebensächlichen, weil phylogenetisch sehr spät erworbenen Dingen, wie die Lappen es sind, sehr frühzeitige Änderungen erfährt, und die epitheliale Sprossung als das Wesentliche sich darstellt, gibt sich hier eine offenbare Cänogenese kund, Ontogenese und Phylogenese liegen im Widerstreit. Phylogenetisch sind die respiratorischen Flächen das erste, und die Luftwege in der Lunge kommen sehr spät zur Sonderung. Ontogenetisch treten die Anlagen der Luftwege am frühesten auf, und die Entstehung der respiratorischen Partien bildet den Abschluß des ganzen Prozesses. Das Bild vom phyletischen Entwicklungsgange der Lunge, welches nur die Ontogenese zum Vorbilde hat, würde somit ein überaus unrichtiges sein gegenüber dem durch die Vergleichung ermittelten.

Aber auch jene Cänogenese wird verständlich durch die Phylogenese, wie sie aus der Vergleichung der fungierenden Organe erhellt. Auch bei diesen ist das Epithel in bedeutsamer Beteiligung am Aufbau der Lunge. Jede Einsenkung einer blutgefäßführenden Leiste ins Innere ist mit einer Epithelwucherung verknüpft, und letztere steigert sich gemäß der Komplikation des Binnenraumes. Es besteht also auch hier eine Zunahme des Epithels. Aber in der Ontogenese zeigt sich der Sonderungsvorgang zusammengezogen, die Entwicklung verkürzt. Das Epithel hat die Oberhand erhalten und läßt ganze Komplexe von Bronchien vereint erscheinen, während die Beteiligung des Mesoderms mehr passiv sich darstellt. Da das Organ auf dem Wege der Ontogenese noch von seiner Funktion entfernt ist, tritt auch gerade der diese leistende Teil des Organs erst später hervor, die respiratorischen Räume sind die letzten, die zur Ausbildung gelangen. So wird das cänogenetische Bild durch die Phylogenese erläutert." / (GEGENBAUR *01*.)

Die Frage betreffend die Homologie der Lungenteile versuchte ich an der Wurzel zu packen, indem ich (OPPEL *00*) im Jahre 1900 die Lehre aufstellte und 1901 (OPPEL *01*) weiter begründete, daß nicht die Lungenteile der Wirbeltiere im einzelnen einander homolog seien, daß vielmehr die ganze gegliederte oder ungegliederte Lunge als Abkömmling eines Teiles des Vorderdarmes, der respiratorisches Epithel zu bilden vermag, als homologes Organ zu betrachten sei. So führte ich 1901 aus:

/ Es ist zweifellos, daß dem Verständnis der Lunge der Säugetiere und des Menschen wesentlich gedient wäre, wenn es gelänge, mit Sicherheit kleinste gleichwertige Abschnitte einer solchen Lunge bei den verschiedensten Tieren herauszugreifen und zu vergleichen. Es müßte ein solcher Abschnitt sich anatomisch und physiologisch als ein Ganzes, gewissermaßen eine Lunge im kleinen darstellen. Der ganze Bau der Säugetierlunge mit den sich bis ins kleinste fortsetzenden Verzweigungen des Bronchialbaumes, dessen letzte Enden die eigentlichen Herde der Atmung tragen, fordern zu einer derartigen auf das anatomische und physiologische Element zurückgreifenden Gliederung geradezu heraus. Dieser Versuch ist auch mit mehr oder weniger Erfolg fast von allen Autoren, welche sich mit dem feineren Bau der Lunge befaßt haben, gemacht worden, und die Lehre von dem eigentlichen Lungenelement hat seit den Zeiten MALPIGHIS bis auf die neueren Anschauungen von W. S. MILLER, RENAUT, LAGUESSE und D'HARDIVILLER manche Lehre entstehen und vergehen, oder in selteneren Fällen sich erhalten sehen. Bei der Schwierigkeit des zu lösenden Problems, der Kleinheit und Zartheit des zu unter-

suchenden Objektes ist es nicht wunderbar, daß auch geübten Untersuchern manche Verwechselung bei Beziehung des Selbstgesehenen auf die Darstellungen anderer mit unterliefen, so daß oft für ein und dieselbe Sache verschiedene Namen gebraucht und unter ein und demselben Namen oft verschiedene Dinge verstanden wurden; ein Mißstand, welchen neuerdings besonders W. S. MILLER *oob* mit viel Klarheit beleuchtet hat und auf den unten bei Besprechung der Gliederung der Säugetierlunge noch zurückzukommen sein wird.

War nun aber die Möglichkeit geboten, einen gewissen kleinsten Abschnitt der Lunge bei verschiedenen Säugetieren zu vergleichen, so mußte naturgemäß der Versuch gemacht werden, diese Einheit auch in der Lunge niederer Wirbeltiere aufzusuchen, und auch dies ist in reichem Maße geschehen.

Als man aber weiterging, und in solche Vergleiche auch die einzelnen Glieder des Bronchialbaumes einbeziehen wollte, hatte eine berechtigte Kritik viel auszusetzen.

So haben die Versuche von W. S. MILLER *93*, die verschiedenen Teile der Lunge, wie sie bei den verschiedenen Wirbeltieren entwickelt sind, zu homologisieren, von seiten SPENCERS (siehe oben p. 199) eine berechtigte Zurückweisung gefunden. Trotzdem halte ich den MILLERschen Versuch für durchaus berechtigt. Nur kann es nicht unsere Aufgabe sein, Einheiten der Atmungsorgane durch die Wirbeltierreihe als „Homologa" in einer phylogenetischen Reihe durchzuverfolgen. Vielmehr müssen wir suchen, die anatomisch und physiologisch gleichstehenden Einheiten und Teile aufeinander zu beziehen; schon ROSSIGNOL *46/47* sprach hier von „Analogie" (siehe oben p. 194). Dann werden derartige Vergleiche für ein Verständnis des Baues der Wirbeltierlunge höchst ersprießlich sein. Und auch MILLER ist sich vollständig bewußt, daß es sich bei seinen Vergleichen nicht um eine Homologisierung im strengen Sinne handelt, denn er fügt bei (siehe oben p. 199): Vom Standpunkt der Evolution und Entwicklung mag dies nicht ganz richtig sein, weil das, was ursprünglich in einer einfachen Lunge eine Alveole ist, sich nur zum Teil in die Alveole der komplizierten Lunge umbildet. Mit dieser vom Autor selbst gemachten Einschränkung halte ich dagegen die Versuche W. S. MILLERS *93* für sehr wertvoll, da sie uns lehren, gleichartige und gleichfunktionierende Strukturverhältnisse in den verschiedenen Wirbeltierlungen aufzusuchen.

Wenn ich selbst die Beziehungen, welche zwischen den einfacheren und komplizierteren Lungen der Wirbeltiere bestehen, formulieren sollte, so möchte ich dies auf Grund meiner schon früher (OPPEL *oo*, p. 168) ausgesprochenen Auffassung folgendermaßen tun. Einfache und zusammengesetzte Lungen verschiedener Wirbeltiere sind einander homologe Bildungen, indem sie ihrer Entstehung nach ursprünglich aus einem Teil des Vorderdarmes entstammen, welchem die Eigenschaft zukommt, respiratorisches Epithel zu bilden. Dieser Urlunge entspricht die unialveoläre Lunge des Proteus wie die zusammengesetzt lobuläre Lunge der höchsten Wirbeltiere als Ganzes. Eine einzelne Alveole der letzteren dagegen mag der Proteuslunge wohl nach Bau. und Leistung qualitativ entsprechen. doch können beide nicht ohne weiteres homologisiert werden, vielmehr entspricht die Alveole der höheren Wirbeltiere nur einem Teil der ganzen Lunge, also auch nur einem Teil der Proteuslunge. Die reiche Gliederung, zu welcher die Vervollkommnung des Atmungsapparates bei den höheren Wirbel-

tieren geführt hat, bedingte eben die Zersprengung des ursprünglich einheitlichen Organes in zahlreiche kleine Einzelbezirke (Alveole). Ein Resultat dieser bei verschiedenen Tiergruppen (z. B. Vögeln und Säugetieren) sich verschieden vollziehenden Gliederung ist auch die Entstehung und der so verschiedene Ausbau des Bronchialbaumes höherer Wirbeltiere. / (OPPEL *01*.)

/ Nach MERKEL ist es lediglich das Sauerstoffbedürfnis der einzelnen Species (Amphibien), welches die durch die größere oder geringere Septenbildung entstehende Vergrößerung der respiratorischen Oberfläche bedingt. / (MERKEL *02*, p. 116.)

/ MERKEL sucht die Eigenheiten der Vogellunge verständlich zu machen, indem er sagt: Der auffallendste und beträchtlichste Fortschritt in der Struktur der Vogellunge ist der, daß die respirierende Oberfläche in außerordentlich kleine Abteilungen geteilt ist, wodurch sie zugleich ganz erheblich vergrößert wird; es steht dies im Zusammenhang mit dem stark vermehrten Sauerstoffbedürfnis des warmblütigen Tieres. Die Lunge der Säuger und des Menschen müssen aus dem gleichen Grunde ebenfalls die respirierende Oberfläche erheblich vergrößert zeigen. Dies geschieht jedoch in etwas anderer Art als bei den Vögeln. Die Zweige der Bronchialverästelung treiben nicht die parallel stehenden Sprossen, wie es die Lungenpfeifen der Vögel sind, sondern es bleibt bei ihnen bei der den Reptilien eigenen Endigung derselben in Blindsäcken, wovon ja auch die Vögel in den ihnen eigentümlichen Alveolen an den Enden der Bronchialzweige unter der Lungenoberfläche Spuren aufweisen. Als Rudimente der in den Lungenpfeifen der Vögel bestehenden Einrichtung kann man umgekehrt die seitenständigen Alveolen der Bronchioli respiratori der Säuger ansehen. Um aber bei diesen letzteren die nötige Zerteilung der respirierenden Oberfläche in die einzelnen sehr kleinen Abteilungen zu erreichen, muß sich der Bronchialbaum ganz ungleich reicher und weiter verästeln, als es bei den Vögeln notwendig war, um jedesmal am Ende eines der feinsten Bronchialästchen eine Einrichtung herzustellen, welche funktionell den großen Kammern der Reptilienlunge (Schildkröten) oder dem einfachen Lungensack eines Amphibiums entspricht. / (MERKEL *02*, p. 118 f.)

Im ganzen scheint mir MERKEL in der Frage nach der Homologisierung der Wirbeltierlunge auf meiner Seite zu stehen, wenn er dies auch nicht unumwunden (p. 120) ausspricht. Denn auch MERKEL spricht von einer „respirierenden Oberfläche" als Ganzem, welche dem größeren Sauerstoffbedürfnis besonders durch zwei Faktoren: Vergrößerung und reichere Gliederung zu genügen sucht.

/ FANNY MOSER, welche neuerdings die vergleichende Entwicklungsgeschichte der Wirbeltierlunge (Amphibien, Reptilien, Vögel, Säuger) eingehend untersucht hat, kommt zum Resultat, daß die ontogenetische Entwicklung der Wirbeltierlunge durchweg so verläuft, daß durch fortgesetzte Knospung des intrapulmonalen Bronchus, in dem bindegewebigen Lungensack, in bronchifugaler Richtung, ein ganzes Kanalsystem nach Art einer Drüse entsteht. Damit fällt die neuerdings wieder von MILANI vertretene und von GEGENBAUR *01* ausgesprochene Hypothese, daß die Komplizierung der Lunge auf phylogenetischem Wege durch eine fortgesetzte, von der Lungenwand her in bronchipetaler Richtung erfolgte Teilung des einheitlichen Binnenraumes erfolgt ist, von selbst, denn sie entbehrt der embryologischen Begründung vollständig.

Die Lunge muß vielmehr nach FANNY MOSER phylogenetisch so entstanden gedacht werden, daß durch fortgesetzte Ausbuchtungen des intrapulmonalen Bronchus in bronchifugaler Richtung ein immer komplizierteres Kanalsystem entstanden ist, wobei die ursprünglich ausschließlich respiratorische Innenfläche der Lunge mehr und mehr eine Sonderung in einen bloß Luft zuführenden und einen respiratorischen Teil erfährt, eine ähnliche Sonderung, wie bei den Drüsen, die ebenfalls erst im Laufe der phylogenetischen Entwicklung eine Sonderung ihrer sekretorischen und ihrer ausführenden Teile erkennen lassen.

Der phylogenetische Entwicklungsgang der Wirbeltierlunge stellt sich, nach FANNY MOSERS Untersuchungen nun so dar: Anfangs (Triton) ist die Lunge ein dünnwandiger Sack, der durch allgemeine Erweiterung resp. Ausbuchtung des intrapulmonalen Bronchus sehr vergrößert wird. Bei den übrigen Amphibien widerstehen immer zahlreichere Teile der Wand, in welcher sich stärkere Blutgefäße und später auch Muskulatur und reichlicheres Bindegewebe befinden, dieser allgemeinen Ausbuchtung, und ragen dann als Leisten in den Lungenhohlraum hinein, während die zwischen diesen festen Punkten liegende dünne Wand nach außen immer stärker vorgetrieben wird. Diese Vortreibungen finden auf der Oberfläche als halbkugelige Erhöhungen ihren Ausdruck. Mit diesem Vorgang beginnt auch die Sonderung der anfangs (Triton) ausschließlich respiratorischen Innenfläche der Lunge, in eine nur luftzuführende und eine respiratorische. An die einfache Salamanderlunge mit relativ wenigen Ausbuchtungen reihen sich die schon kompliziertere Lunge von Frosch und schließlich von Pelobates an, welche schon ein ganz schwammiges Aussehen gewonnen hat.

Bei den Reptilien erfährt die Lungenwand eine bedeutende Verdickung durch Vermehrung des Bindegewebes derselben. Dementsprechend haben die Ausbuchtungen des intrapulmonalen Bronchus einen größeren Widerstand zu überwinden und gewinnen mehr und mehr das Aussehen von anfangs weiten (Anguis, Emys), später (Krokodil) mehr engen Kanälen, die in die dicke Wand hineingewachsen sind, ohne daß es zur eigentlichen auch auf der Oberfläche sich markierenden Vorwölbung der Wand kommt. Die Sonderung in einen luftzuführenden und einen respiratorischen Abschnitt vervollkommnet sich immer mehr bei den Reptilien.

Bei den Vögeln und Säugern ist zu der Verdickung der Lungenwand auch noch eine Verdichtung derselben durch weitere Vermehrung ihres Bindegewebes hinzugekommen, so daß nun infolge des erhöhten Widerstandes derselben aus den weiten Ausbuchtungen des Bronchus enge Kanäle geworden sind, die die Oberfläche der Lunge nur wenig zu modifizieren vermögen, die Wand aber nach allen Richtungen hin durchwachsen, wodurch die Lunge ein badeschwammartiges Aussehen erhält.

Nach dieser Auffassung fällt auch der von GEGENBAUR angenommene (siehe oben) Gegensatz zwischen der phyletischen und der ontogenetischen Entwicklung der Lunge.

Es kann ferner kaum mehr einem Zweifel unterliegen, daß die Lungen der höheren Reptilien den direkten Übergang zu denen der Vögel einer-, der Säuger andererseits bilden. F. MOSER glaubt aber, daß alle Versuche einer direkten Homologisierung der einzelnen Lungenteile und Kanäle nie zu endgültigen und befriedigenden Resultaten führen werden, wie aus den zahlreichen und ausführlichen Untersuchungen, die zu so verschiedenen Lösungen führten, hervorzugehen scheint. Der Bau der Wirbeltierlunge scheint F. MOSER nur in seinen Hauptzügen fest-

gelegt zu sein — innerhalb dieses Rahmens aber finden die größten Variationen statt, nicht allein von einer Gattung, sondern schon von einem Individuum zum anderen — noch mehr, rechte und linke Lunge ein und desselben Individuums können schon ganz erhebliche Unterschiede aufweisen, die aber alle von prinzipiell geringer Bedeutung sind.

FANNY MOSER faßt endlich die Hauptpunkte in der Entwicklung der Wirbeltierlunge, wie sie sich nach ihren Untersuchungen darstellt, folgendermaßen zusammen: 1. Jede Wirbeltierlunge entwickelt sich nach dem gleichen Prinzip: a) durch allgemeine Vergrößerung infolge Vermehrung ihrer Gewebe; b) durch Hauptvermehrung des Epithels, welches vom Darmdrüsenblatt abstammt und sich als enges Rohr = intrapulmonaler Bronchus, in den soliden, bindegewebigen Höcker einstülpt. 2. Ist das Bindegewebe locker und spärlich, so hat jede Vermehrung der Epithelzellen eine direkte, mehr diffuse allgemeine Ausstülpung der Lungenwand mit Erweiterung des intrapulmonalen Bronchus zur Folge (Amphibien). Ist das Bindegewebe dicht und damit widerstandsfähig, dann lokalisiert sich an gewissen Stellen die Epithelvermehrung — die Zellen werden aneinandergepreßt, bis es ihnen gelingt, sich Raum zu verschaffen und in das Bindegewebe vorzudringen, indem sie sich zusammenschieben. In letzterem Falle handelt es sich um den typischen Prozeß der Sprossenbildung, wie er sich bei den höheren Wirbeltieren, von den Reptilien an aufwärts vorfindet. 3. Gewisse Stellen der Lungenwand bieten der Erweiterung einen stärkeren Widerstand und ragen dann als Septen in den erweiterten Lungenhohlraum hinein, eine Septenbildung vortäuschend. 4. Die Zahl der Knospen zweiter Ordnung ist in steter Abnahme begriffen von den niederen zu den höheren Wirbeltieren. 5. Die Masse des Bindegewebes vermehrt sich immer mehr von den niederen zu den höheren Wirbeltieren, dadurch der Erweiterung des zentralen Hohlraumes und seiner Ausläufer erhöhten Widerstand entgegensetzend, so daß statt eines Systems weiter blasenartiger Räume schließlich ein System enger langer Kanäle den dicken bindegewebigen Sack durchzieht (Vögel und Säuger). 6. Das Verzweigungssystem der Kanäle innerhalb der Lunge ist stets und ausschließlich ein monopodiales. 7. In jeder Lunge läßt sich bis zu ihrem distalen Ende ein Hauptkanal nachweisen — es ist der intrapulmonale Bronchus (Mesobronchus, Stammbronchus, bronche souche etc.) die direkte Fortsetzung des extrapulmonalen Bronchus./ (F. MOSER *02*.)

/Vergleichen wir damit die Ergebnisse, zu welchen ich (OPPEL *01* siehe oben) kam in betreff der Frage, inwieweit einfache und zusammengesetzte Lungen verschiedener Wirbeltiere einander homologe Bildungen sind, so ergibt sich, daß F. MOSERS Resultate in vielen Punkten mit den meinigen übereinstimmen. Ich nehme Homologie an infolge ursprünglicher Entstehung aus einem Teil des Vorderdarmes, welchem die Eigenschaft zukommt, respiratorisches Epithel zu bilden. Nach F. MOSER entwickelt sich die Lunge durch Gewebsvermehrung und Hauptvermehrung des Epithels, welches vom Darmdrüsenblatt abstammt. Nach mir entsteht dann das bei den verschiedenen Wirbeltiergruppen so verschiedene Endergebnis durch „Zersprengung des ursprünglich einheitlichen Organes in zahlreiche kleine Einzelbezirke (Alveole)". — Nach F. MOSER entstehen die verschiedenen Endergebnisse teils durch mehr diffuse allgemeine Ausstülpung der Lungenwand, teils durch Sprossenbildung. Auch darin stellt sich F. MOSER ganz auf meine Seite, daß sie die bisher vorliegenden Versuche einer direkten Homologisierung der einzelnen Lungen-

teile und Kanäle zwischen größeren Wirbeltiergruppen zurückweist. Nicht nur eine einfache embryologische Bestätigung meiner durch vergleichend-anatomische Untersuchung gewonnenen Anschauungen bringen jedoch die Resultate F. MOSERS, sondern sie erweitern dieselben in verschiedenen Punkten, und ich möchte eines der Hauptergebnisse besonders hervorheben, indem ich auf die Frage des näheren eingehe, durch welche Ursachen denn nun die zu so verschiedenen Resultaten führende Zersprengung der Lunge, des ursprünglich einheitlichen Organes erfolgt. Und da hat F. MOSER mit kühnem Griff einen allgemeinen Gesichtspunkt hingestellt, der die Zersprengung leiten würde: das Verhalten des Bindegewebes. Je nachdem dasselbe locker und spärlich oder dicht ist, kommt es zur Bildung der diffusen Amphibienlunge oder zur Sprossenbildung bei den höheren Wirbeltieren. Dieser Gedanke von der Bedeutung des Bindegewebes für die Gestaltung der Lunge erfordert natürlich erst genaue Nachprüfung. Es könnte ja auch sein, daß hier Ursache und Wirkung andere sind. Ich möchte annehmen, daß die Bildung des „dichten" Bindegewebes in der Lunge eine phyletisch spätere Erscheinung ist als die Lungengliederung, z. B. der Reptilien, wenigstens viel später als die Anfänge der Zersprengung, welche die heutigen so verschiedenen Lungenformen entstehen ließ.

Wenn ich also in diesem Punkte F. MOSER entgegentreten muß, so gebe ich andererseits gern zu, daß die Rolle, welche das Bindegewebe bei der Lungenentwicklung spielt, diskussionsfähig und sogar sehr diskussionsbedürftig ist, vielleicht so diskussionsbedürftig, als es das Verhalten des Bindegewebes z. B. bei der Entstehung der kleineren und größeren Drüsen des Wirbeltierkörpers seiner Zeit war und zum Teil noch ist.

Jedenfalls muß man nach meiner Ansicht streng auseinanderhalten die Rolle, welche das Bindegewebe in der phyletischen und welche es in der ontogenetischen Entwicklung spielte resp. noch spielt. Sollte meine Annahme, daß die Entstehung des „dichten Bindegewebes" in der Lunge höherer Wirbeltiere eine phylogenetisch spätere Erwerbung ist, durchdringen, so würde dies natürlich nicht ausschließen, daß dieselbe den Zersprengungsmodus der Lunge in der Embryonalzeit beeinflußt hat und heute noch beeinflußt, daß also ein ursprünglich einheitlicher Bildungsprozeß der Lunge sich erst später änderte. Diesen Vorgängen hat die vergleichend-mikroskopierende Forschung in der Entwicklungsgeschichte und im ausgebildeten Organismus weiter nachzuforschen. Zweifellos wird sich dabei auch wieder die Richtigkeit des von mir vor Jahren bewiesenen Satzes herausstellen, daß die Ontogenie nicht die Wiederholung der Phylogenie ist./ (OPPEL *03*.)

Ich möchte heute folgendermaßen über die Phylogenie der Wirbeltierlunge beschließen. Die Lungen der heute lebenden Wirbeltiere lassen sich in den Einzelheiten ihres Baues nicht oder höchstens nur innerhalb kleiner Wirbeltiergruppen homologisieren. Dies hat seine Ursache darin, daß die heute lebenden höheren Wirbeltiere nicht aus den heute lebenden niederen Wirbeltieren hervorgegangen sind, wenn auch bei beiden gemeinschaftliche Stammformen bestanden haben mögen. Wir können viele Eigenheiten im Bau der Lunge der heute lebenden Säugetiere nicht von denen der heute lebenden Reptilien und die Eigenheiten im Bau der Vogel- oder Reptilienlunge nicht von denen der heute lebenden Amphibien ableiten. Wir müssen vielmehr annehmen, daß jene Stammformen, welche den genannten Tiergruppen gemeinsam waren, viel einfacher ge-

baute Lungen besaßen als die heute lebenden Vertreter. Immerhin dürfen wir annehmen, daß in den Lungen der heute lebenden Wirbeltiere gewisse Eigenheiten im Bau wahrnehmbar sind, welche auch jenen Stammformen bereits zukamen. Hierher gehört vor allem eine gewisse größere oder kleinere Gliederung der Lunge und zwar in luftleitende Abschnitte und in respirierende Abschnitte.

Diese Gliederung wird sich, weil sie eine notwendige Grundbedingung für das Bestehen einer Lunge überhaupt ist, auch stets in der Entwicklung gezeigt haben, und sie wird sich auch in der Entwicklung zeigen, solange es zur Entwicklung einer Lunge kommt. Wir haben also in dieser Gliederung eines jener Entwicklungsstadien vor uns, welche ich vor Jahren als nicht eliminierbar bezeichnet habe. Demnach werden wir hier besonders wertvolle Aufschlüsse von der vergleichenden Entwicklungsgeschichte zu erhoffen haben, obwohl wir wissen, daß die Ontogenie nicht die Wiederholung der Phylogenie ist.

Ferner zeigen die Lungen der niederen und höheren Wirbeltiere untereinander Unterschiede im feineren Bau, welche sich nicht allein durch jene Gliederung (in luftleitende und respirierende Abschnitte) erklären lassen. Da jedoch hier wie dort die Lungen der Atmung dienen, so müssen uns diese Unterschiede darauf führen, daß die Art der Atmung in den verschiedenen Tiergruppen eine verschiedene ist. Vor allem — und es ist davon an verschiedenen Stellen dieses Buches die Rede — ist es die Mechanik der Luftzuleitung, welche sich verschieden zeigt und wir sehen einen wesentlich verschiedenen Bau der Lunge (Verhalten des Muskelgewebes, des elastischen Gewebes, der knorpeligen Einlagerungen) bei Tieren mit verschiedener Atemmechanik. Von besonderer Bedeutung scheint hierfür die Zwerchfellatmung zu sein, und ich möchte bestimmte Eigenheiten im Baue der Säugetierlunge in Zusammenhang mit der hier hochentwickelten Zwerchfellatmung bringen.

Wir sehen daraus, daß wir die Veränderungen, welche sich in der Lunge der Wirbeltiere vollzogen haben, wenn wir von den ältesten Lungenatmern (den Stammformen) bis zu deren heute lebenden Vertretern fortschreiten, nur verstehen können, wenn wir uns der vergleichend anatomischen, der embryologischen und der physiologischen Untersuchungsmethode bedienen und zwar nur wenn wir alle drei mit den neuesten Errungenschaften der Technik, vor allem mit dem Mikroskop ausgestattet, in geeigneter Weise zusammenwirken lassen.

Vielleicht wird sich dann auch einmal genau festsetzen lassen, welche von den respirierenden Räumen der Wirbeltierlunge, jenen oben von mir gekennzeichneten respirierenden Abschnitten in der Lunge der Stammformen, die ich als „primäre Atrien“ bezeichnen möchte, heute noch entsprechen. Aus den primären Atrien aber sind, soweit es sich um weiter gegliederte Lungen handelt, jedenfalls diejenigen respirierenden Räume hervorgegangen, welche den heute lebenden Wirbeltieren zukommen. Dabei haben wir ferner noch im Auge zu behalten, daß sich auch Abschnitte der respirierenden primären Atrien in nicht respirierende, nur luftleitende Kanäle umgebildet haben können, ebenso wie es denkbar ist, daß Teile der ursprünglich nur luftleitenden Abschnitte zu respirierenden Räumen geworden sind.

Bei dieser Gliederung der primären Atrien, gleichgültig ob bei derselben die Septierung oder Knospung mehr ins Auge springt, hat jedenfalls das Wachstum des Epithels die wichtigste Rolle gespielt, und zwar ein u n g l e i c h e s W a c h s t u m d e s E p i t h e l s. Ein gleichmäßiges Wachs-

tum des Epithels hätte zwar zu einer Vergrößerung (eventuell mit Einfaltung) der primären Atrien aber nie zu einer Gliederung führen können. Die Bezirke ungleichsten Wachstums werden die stärkste Gliederung erlangt haben, in Bezirken gleichmäßigsten Wachstums werden sich die ursprünglichen Verhältnisse am besten erhalten haben.

Diese Ungleichmäßigkeit des Epithelwachstums bedingt es, daß in Bezirken weniger ungleichmäßigen Wachstums sich Teile erhalten haben, welche wir als Reste der primären Atrien bei den heute lebenden Wirbeltieren auffassen dürfen. Solche Reste scheinen mir in gewissen atmenden Räumen bestimmter Anordnung vorzuliegen, welche sich durch die ganze Wirbeltierreihe (soweit die Lunge eine gegliederte ist) verfolgen lassen. Ich möchte diese Räume als sekundäre Atrien oder kurz als Atrien bezeichnen, also mit einem von MILLER (siehe unten Lunge der Säugetiere) vorgeschlagenen Namen. Die Atrien der heute lebenden Wirbeltiere sind aber einander nicht homologe Bildungen, da die primären Atrien (welche, nur der gemeinschaftlichen Stammform der heute lebenden Wirbeltiere zukommend, selbstverständlich einen homologen Begriff darstellen) sich bei den recenten Formen in ganz verschiedener Weise gegliedert haben.

Wir müssen also in den Atrien (sekundäre Atrien) jene Teile sehen, welche als weniger veränderte Reste der primären Atrien, die ursprünglichsten respirierenden Abschnitte der Wirbeltierlunge darstellen. Es erscheint daher der Mühe wert, in den folgenden Darstellungen, wenn es sich um einen Vergleich der respirierenden Räume handelt (vergl. besonders die Lunge der Säugetiere) auf etwa vorhandene Atrien zu achten.

Woran sollen wir aber die Atrien erkennen? Im feineren Bau unterscheiden sich die Atrien nicht prinzipiell von anderen mit respiratorischem Epithel ausgekleideten Räumen der Lunge. Vielmehr stellen die Atrien einen nur topisch gekennzeichneten Abschnitt der respirierenden Räume dar. Die primären Atrien (der Stammformen) schließen sich unmittelbar als „Endstücke" an die luftleitenden Räume an. Die sekundären Atrien dagegen brauchen letzteres nicht zu tun. So kann sich (z. B. in der Säugetierlunge) zwischen luftleitendem Kanal und dem Atrium (sekundäres Atrium) ein kürzerer oder längerer alveolenführender Kanal (Alveolargang) einschalten. Ebenso braucht das sekundäre Atrium nicht mehr ein „Endstück" darzustellen. So können (z. B. in der Säugerlunge) die eigentlichen Endstücke erst nach den Atrien folgen. Gerade diese Lage des Säugeratriums zwischen Alveolargang einerseits und den Endstücken (Infundibula) andererseits aber läßt uns dieses Atrium als einen topisch scharf gekennzeichneten Raum erscheinen, der gewissermaßen den Mittelpunkt eines kleinsten atmenden Systems bezeichnet und dessen Gliederung beherrscht. Letzteres ist bei primären und sekundären Atrien in gleicher Weise der Fall, beide sind daher vom anatomischen wie vom physiologischen Standpunkt analoge Bildungen.

Trotz dieser hohen Bedeutung, welche den Atrien bei der vergleichenden Untersuchung der Wirbeltiere meiner Ansicht nach zukommt, möchte ich doch, um jedem Mißverständnis vorzubeugen, nochmals zum Schlusse hervorheben, daß sekundäre Atrien in der Regel weder einander noch den primären Atrien homolog sein werden. Es erscheint das schon aus dem Grunde kaum möglich, weil die Zahl der Atrien in jeder einzelnen Lunge in der Wirbeltierreihe eine sehr verschiedene ist, verschieden von Gruppe zu Gruppe, ja verschieden vielleicht von Individuum zu Individuum. Auch wird wohl kaum irgendwo

gerade je ein sekundäres Atrium aus je einem primären Atrium hervorgegangen sein. Vielmehr werden sich die primären Atrien (der Stammmformen) selbst nicht als in gleicher Zahl sich forterbende Einheiten erhalten, sondern an Zahl ab- oder häufiger zugenommen haben, bis im Atmungsapparat der recenten Wirbeltiere jene Einheiten entstanden, als deren Zentren ich die Atrien aufzufassen vorgeschlagen habe. Diese sekundären Atrien lassen sich als analoge Bildungen durch die Wirbeltierreihe verfolgen, während die primären Atrien der Stammformen in ihrer ersten Entstehung die bisher vergeblich gesuchten hypothetischen homologen Einheiten der Wirbeltierlunge darstellen können. Wenn wir aber daran denken, daß die Lunge jener Stammformen vielleicht noch gar nicht gegliedert war, so werden wir endlich wieder auf die von mir im Jahre 1901 aufgestellten (oben, p. 205 Sperrdruck und folgende Sätze) wiedergegebenen Lehrsätze geführt.

Der Bronchialbaum.

Die folgenden Betrachtungen, welche dem Bronchialbaum, in erster Linie der Säugetiere, gewidmet sind, bewegen sich fast ganz auf makroskopischem Boden. So beruht die Unterscheidung des Stammbronchus von den Seitenbronchien zunächst auf makroskopischen Merkmalen, und es ist noch nicht sichergestellt, ob Unterschiede im feineren Bau, auf welche eigentlich erst von einer Seite aus aufmerksam gemacht wurde, zwischen diesen beiden Arten von Bronchien sich werden überall bestätigen lassen. Ferner rechnet die makroskopische Betrachtung des Bronchialbaums mit den Lagebeziehungen der Bronchien zu den großen Blutgefäßstämmen. Damit hat sich die Forschung auf einen sehr glatten Boden begeben und die üblen Folgen sind nicht ausgeblieben. Vor Täuschungen wird da nur derjenige bewahrt bleiben, welcher den von mir schon oben entwickelten Grundsatz im Auge behält, daß die Organe des Atmungsapparates mit zu den mobilsten Organen des Körpers gehören. Wir dürfen uns daher nicht wundern, bei verschiedenen Tierformen bei verschiedenen Raumverhältnissen im Brustkorb und oft recht verschiedener Lage der größeren Gefäßstämme nun auch die verschiedenste Anordnung der Bronchien zu treffen. Dadurch, daß die vergleichende Entwicklungsgeschichte zur Klärung dieser Lagebeziehungen herangezogen wurde, fiel auch Licht auf die Art, in welcher sich die feinere Verzweigung des Bronchialbaumes in der Ontogenie vollzieht, und hierbei steht die Frage, ob Dichotomie oder Monopodie, im Vordergrund des Interesses.

/ „In seiner grundlegenden Monographie über den Bronchialbaum der Säugetiere und des Menschen hat Aeby *80* zuerst die Gesetze zu formulieren gesucht, nach welchen die Luftwege innerhalb der Säugetierlungen sich verzweigen. Er ist dabei von ausgedehnten vergleichend-anatomischen Untersuchungen ausgegangen, hat sich aber nicht verhehlt, wie für die Begründung seiner Gesetze auch der embryologischen Forschung eine sehr wichtige Rolle zufallen muß, und er schließt seinen einleitenden Abschnitt geradezu mit einem Appell an die Embryologen.“ Die vergleichend-embryologische Seite der Bearbeitung anderen Forschern überlassend, schildert His die Ergebnisse, zu denen ihn die Untersuchungen menschlicher Embryonen geführt haben, und da er dabei vielfach an Aebys Arbeiten anzuknüpfen hat, so schickt er einen Überblick über dessen Hauptergebnisse seiner eigenen Darstellung voraus.

„Jede Lunge enthält laut Aeby ein axiales Hauptrohr, den von ihm sogenannten Stammbronchus. An der Bifurkationsstelle der Trachea beginnend, tritt der Stammbronchus am Hilus in die Lungen ein und durchzieht diese in der Richtung von oben nach abwärts bis in den Winkel zwischen Zwerchfell und Wirbelsäule. Sein Verzweigungstypus ist nicht der dichotomische, sondern ein streng monopodischer, d. h. es gehen von dem einen Hauptrohr zahlreiche Seitenäste ab, die in ihrer Gesamtheit das Gerippe des Bronchialbaumes ausmachen. Auch diese Seitenäste folgen demselben monopodischen Verzweigungsgesetz, und erst in den weiter vorgeschobenen Bezirken wird dieses Gesetz dadurch verwischt, daß die Zweige den Stämmen an Kaliber näherstehen und ihnen dadurch gleichwertig erscheinen. Nach demselben Prinzip wie der Bronchialbaum verteilen sich auch die beiden Lungenarterien. Dieselben kreuzen jederseits den oberen Teil des Stammbronchus und steigen dann hinter demselben herab, in gleicher Weise wie jene Seitenäste abgebend. Die Seitenbronchen entspringen in ihrer Mehrzahl unterhalb der Kreuzungsstelle des Stammbronchus mit den Arterien; sie sind, wie Aeby sich ausdrückt, hyparteriell. Ein eparterieller Bronchus kommt bei gewissen Säugetieren beiderseitig, bei anderen gar nicht vor. Beim Menschen dagegen sowie bei zahlreichen anderen Säugern (Affen, Halbaffen, Fledermäusen, Fleischfressern, Nagern usw.) besitzt nur die rechte Lunge in ihrem zum oberen Lappen gehenden Aste einen eparteriellen Bronchus und dieser bleibt linkerseits ohne Gegenstück.

Die hyparteriellen Bronchien treten immer in zwei Reihen auf, einer dorsalen und einer ventralen. Das Astwerk des Bronchialbaumes ist demnach ein doppelt gefiedertes, und Aeby erkennt auch der Lunge nur zwei typisch unterscheidbare Ränder zu, einen hinteren ziemlich geraden und einen vorderen winkelig geknickten. Zu letzterem rechnet er außer dem vorderen Rande der Anatomen auch den auf dem Zwerchfell ruhenden unteren Rand hinzu. Zwerchfell- und Mediastinalfläche der Lungen sind prinzipiell als zusammengehörig aufzufassen und nur infolge der Anpassung an die Umgebung voneinander geschieden worden. Dorsale und ventrale Bronchen stehen gewöhnlich alternierend, die letzteren in der Regel höher als die ersteren. Es ist der Ursprung der letzteren vorwiegend lateralwärts gerichtet, derart, daß wir uns den Stammbronchus als Kante eines dreieckigen Prismas vorstellen können, in dessen medialer und vorderer Fläche die beiden Reihen von dorsalen und ventralen Bronchen gelegen sind. Die dorsalen Bronchen sind im allgemeinen kürzer und in ihren Verzweigungen gedrungener als die ventralen. Der Stamm der Lungenarterien verläuft im Winkel zwischen ihren beiderseitigen Ursprüngen. Die Abgangsrichtung des eparteriellen Bronchus ist eine mehr intermediäre (dorso-ventrale), und seine Zweige greifen gleichermaßen in das dorsale wie in das ventrale Gebiet ein.

Außer den typischen Seitenbronchen unterscheidet Aeby in besonderer Weise die Nebenbronchen, und er versteht darunter solche Äste zweiter Ordnung, welche, wie er sich ausdrückt, von den Seitenbronchen an den Stammbronchus abgegeben worden sind. Unter diesen, im übrigen minder beständigen und vorzugsweise den unteren Lungenabschnitten zukommenden Bildungen ist einer seiner Konstanz halber ausgezeichnet; es ist dies der erste ventrale Nebenbronchus der rechten Seite, von Aeby als Herzbronchus bezeichnet. Zuweilen bildete derselbe einen besonderen Lungenlappen, den Lobus infracardiacus.

Die Lappenbildung betreffend, erklärt AEBY den sogenannten unteren Lungenlappen als den eigentlichen Lungenstamm, indem er allein den Stammbronchus aufnimmt. Die Abtrennung besonderer Lappen betrifft die Gebiete von Seitenbronchen, des eparteriellen Bronchus und ventraler Zweige von hyparteriellen Bronchen. Von Nebenbronchen vermag der Bronchus cardiacus einen selbständigen Lappen zu bilden".

Die obigen allgemeinen Voraussetzungen gelten auch für den Menschen.

Eine von AEBY mit Recht zu Gunsten seiner Auffassung geltend gemachte Angabe über Lungenentwicklung findet sich in den Studien über das Lungenepithel von KÜTTNER *76*. „So deutlich", sagt KÜTTNER, „in einer ausgewachsenen Lunge das Prinzip der Dichotomie ausgeprägt ist, so ungerechtfertigt wäre es, daraus auf ein dichotomisches Wachsen des embryonalen Epithelrohres bez. Bronchialbaumes schließen zu wollen; das Wachsen ist monopodisch, d. h. das Epithelrohr wächst an seinem Scheitel ungeteilt fort, während seitliche Sprossen vom Stamm desselben hervortreten und mit ihrer Längsachse zu der des erzeugenden Rohres rechtwinkelig gestellt sind. Indem nun bestimmtere Seitenachsen bald nach ihrer Entstehung kräftiger wachsen und sich reichlicher verzweigen, als die Hauptachse, wird der ursprünglich monopodische Charakter verwischt, und schließlich wird es schwer, in dem vollendeten Bronchialbaum dessen monopodisches Wachsen wiederzuerkennen". (KÜTTNERS spezielle Resultate siehe unten im Kapitel: Gallinacei.)

In gleicher Schärfe wie KÜTTNER hat sich keiner von den Forschern, welche über die Entwicklung der Lungen gearbeitet haben, ausgesprochen, obwohl die Existenz eines primären oder Stammbronchus wohl keinem derselben entgangen ist. REMAK, der zuerst die selbständigen Vegetationsvorgänge des endodermalen Epithelrohres betont hat (REMAK *55*, p. 114 und Taf. VI, Fig. 78—79), spricht von dessen Verästelung und von den an seiner Wand sich bildenden blasigen Ausbuchtungen. Aus seinen Zeichnungen, sowie aus deren Erklärung ergibt sich unzweifelhaft, daß sein Drüsenblattrohr dem AEBYschen Stammbronchus entspricht, und daß er die Äste als seitliche Auswüchse desselben entstehen läßt. Ausdrücklich hebt REMAK die strenge Gesetzmäßigkeit hervor, mit welcher die ersten Bronchialverzweigungen auftreten.

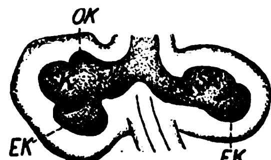
Unter Hinweis auf REMAK sagt KÖLLIKER *79*, p. 861, daß die ersten Verzweigungen des Bronchus dorsal- und lateralwärts abgehen und daß mithin der Hauptbronchus an der ventralen Seite seine Lage hat.

Als vorwiegender, obwohl keineswegs ausschließlicher Vertreter des dichotomischen Teilungsprinzips erscheint STIEDA *78*, p. 108.

Die Konstruktionsbilder von HIS *80—85*, III, p. 17—24 zeigen auch ihrerseits den Stammbronchus als ein die mediale bezw. die vordere Seite des Astgebietes einnehmendes Rohr, dem die übrigen Bronchen seitenständig angefügt sind. Derselbe verläuft in einer Linie doppelter Krümmung, in der Frontalansicht beschreibt er einen lateralwärts, im Profil einen nach vorn konvexen Bogen und er kreuzt in seiner unteren Hälfte den Ösophagus. Das frühzeitige Auftreten des rechtsseitigen eparteriellen Bronchus ist an jenen Bildern durchweg zu verfolgen, wogegen die genauere Geschichte der Seitenbronchen eine speziellere Bearbeitung verlangt, als sie jenen Zeichnungen zugrunde liegt.

Die Ergebnisse seiner eigenen Untersuchungen faßt HIS etwa folgendermaßen (größtenteils im Wortlaut) zusammen (vergl. auch Fig. 94 bis 97): Insofern das untere Ende des Stammbronchus auch seinerseits

Fig. 94.



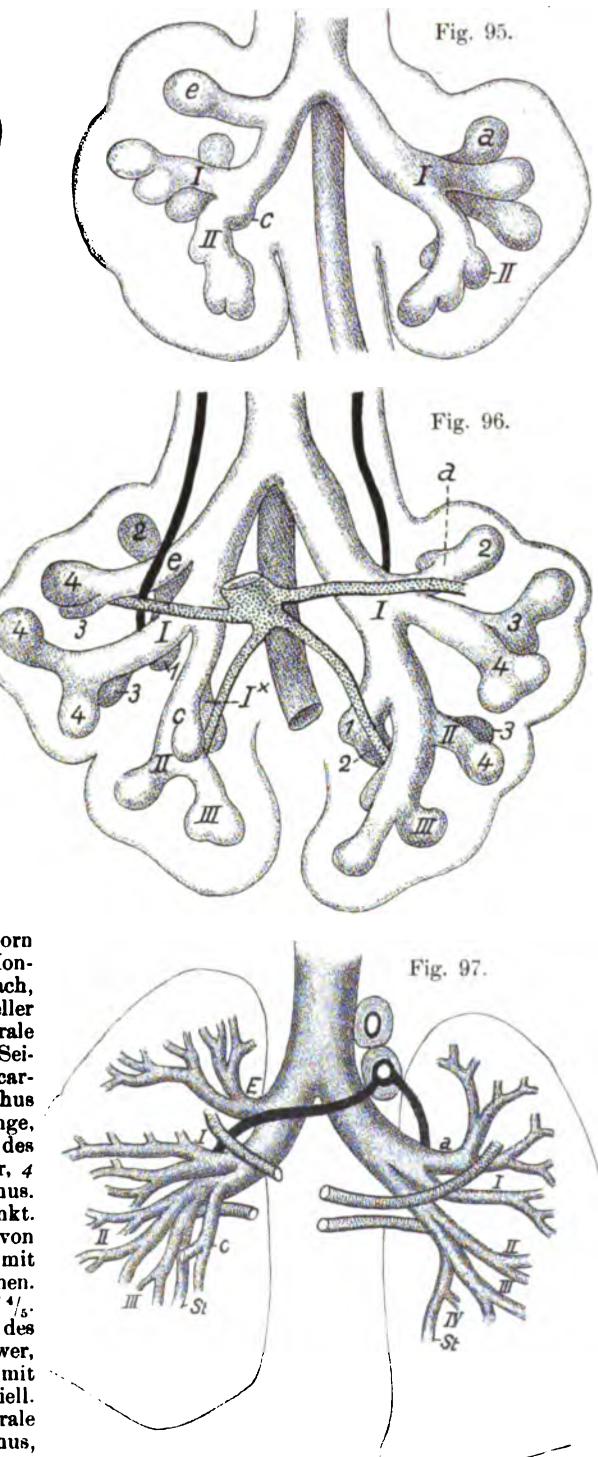


Fig. 94—97 stellen vier **Rekonstruktionsfiguren der Lungenanlage** resp. des Bronchialbaumes menschlicher Embryonen (die denselben beigegebenen Bezeichnungen beziehen sich auf HIS, Anatomie menschlich. Embryonen) dar. (Nach HIS *87*.)

Fig. 94. Lungenanlage von Embryo Pr. von vorn gesehen. Konstruktionsbild bei 50fach. Vergrößerung, reduziert auf $^4/_5$. *Ok* Oberknospe, *SK* Seitenknospe, *EK* Endknospe.

Fig. 95. Lungenanlage vom Embryo Eck, (Nl. 8,5 mm) von vorn gesehene Konstruktion, Vergröß. 60fach, reduz. auf $^4/_5$. *e* eparterieller Bronchus, *I*, *II* ventrale Seitenbronchen, *c* Bronchus cardiacus der rechten, *a* Bronchus ascendens der linken Lunge.

Fig. 96. Lungenanlage des Embryo N von vorn mit Arterien und Venen. Konstruktionsbild. Vergr. 50fach, reduziert auf $^4/_5$. *e* eparterieller Bronchus, *I*, *II*, *III* ventrale Seitenbronchen, *I** dorsaler Seitenbronchus, *c* Bronchus cardiacus der rechten, *a* Bronchus ascendens der linken Lunge, *1* hinterer, *2* seitlicher Ast des Dorsalbronchus, *3* seitlicher, *4* vord. Ast des Ventralbronchus. Arterie schwarz, Venen punkt.

Fig. 97 Bronchialbaum von Embryo Lo, Konstruktion mit Lungenarterien u. Lungenvenen. Vergr. 30fach, reduziert auf $^4/_5$. Für die untersten Abschnitte des Bronchialbaumes ist es schwer, die Bezeichnung der Röhren mit Sicherheit z. geben. *E* eparteriell. Bronchus, *I*, *II*, *III*, *IV* ventrale Seitenbr., *St* Stammbronchus, *c* Bronchus cardiacus d. rechten, *b* Bronch. ascend. d. link. Lunge. Arterien schwarz, Venen punkt.

nach Art einer Endknospe weiterwächst, kann für die unteren Bezirke (vom dritten hyparteriellen Seitenbronchus aus nach abwärts) das Prinzip einer monopodischen Verzweigung nicht streng aufrecht erhalten werden, wie denn auch zuletzt der Stammbronchus keineswegs scharf von den Seitenbronchen unterscheidbar bleibt. In der tiefgreifenden Weise, wie dies AEBY tut, darf man die Vorgänge monopodischer und dichotomischer Sprossenbildung überhaupt nicht zueinander in Gegensatz stellen. So verwirft AEBY z. B. die Annahme einer ursprünglich einfachen und nachträglich sich teilenden Lungenanlage mit folgenden Worten: „Ein Organ, das in seinem ganzen, so ungemein konsequenten Ausbau nichts von Dichotomie weiß, kann unmöglich einer solchen in seinem ersten grundlegenden Vorgang huldigen und damit seinen späteren Charakter verleugnen" (AEBY, p. 13). Es ist dies eine Vorstellungsweise etwas transzendenter Natur, und fast scheint es HIS, als habe sich AEBY durch seine die Organe personifizierende Sprache zu derselben verleiten lassen. Die Bedingungen, welche die Formentwicklung eines wachsenden Teiles bestimmen, brauchen während der verschiedenen Phasen seiner Bildung durchaus nicht dieselben zu bleiben, und so kann auch der formbildende Vorgang ein- oder mehrmals seinen Charakter wechseln. Die erste Lungenanlage ist, wie HIS, übereinstimmend mit KÖLLIKER findet, eine unzweifelhaft unpaare, zugleich aber ist sie infolge ihrer Schrägstellung vom Anbeginn ab eine unsymmetrische. Nach erfolgter Trennung der beiderseitigen Anlagen bildet eine jede derselben einen gebogenen und zugleich birnförmig ausgeweiteten Schlauch, mit einzelnen schärfer markierten Vortreibungen. Aus diesen treten die primären Seitensprossen als monopodische Bildungen im Sinne von AEBY hervor und ihre für beide Seiten asymmetrische Anlage bestimmt auch die Differenzen späterer Ausbildung. Der weitere Verzweigungsmodus bleibt nun während geraumer Zeit der dichotomische. Zuletzt tritt aber ein Zeitpunkt ein, wo die Endknospen aufhören sich dichotomisch zu teilen und wo sie wieder in ein System mehr oder minder ausgiebiger Seitenknospen auslaufen. / (HIS *87*.)

/ Die Annahme der monopodischen Verzweigung hat seit dem Erscheinen von AEBYS grundlegendem Werk, abgesehen von kurzen Anführungen in Lehrbüchern, nur in WILLACH *88* einen Verfechter gefunden. Dieser bestätigt eine ältere Angabe KÜTTNERS, daß die Seitensprossen anfänglich rechtwinklig abstehen. Die von HIS beschriebene Spaltung hat er „niemals auch nur annähernd beobachtet". Wenn er aber auch sich entschieden für ein seitliches (monopodisches) Hervorsprossen der „Tochterröhren" ausspricht, so soll dasselbe doch „immer nur an der Spitze des Mutterrohres" erfolgen. Daß WILLACH entschieden für monopodische Verzweigung eintritt, hält LÜHE nur für einen Wortstreit, da ja gleichzeitig immer nur ein „Tochterrohr" gebildet wird und die Schilderung WILLACHS demnach sehr gut zu der Annahme einer dichotomen Teilung paßt.

EWART *89* hat ebensowenig wie AEBY entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen angestellt, kommt aber trotzdem zu wesentlich anderen Schlußfolgerungen. Nach ihm ist Dichotomie „das Alpha und das Omega" der Bronchialverzweigung, denn wie die Teilung der Trachea in die beiden Stammbronchen trotz ihrer Asymmetrie eine echte Bifurkation ist, so überwiegen auch bei den Endverzweigungen des Bronchialbaumes die streng dichotomen Teilungen. / (LÜHE *01*.)

/ Nach ROBINSON erfolgt die Ramifikation der Bronchi hauptsächlich durch Dichotomie. Der Keim jedes Bronchus dehnt sich, indem er auswärts und dorsal wächst, an seinem Ende aus; diese Ausdehnung wird allmählich eingeschnürt in zwei Teile von ungleicher Größe; dies ist die Dichotomie in der Form, wie sie von Botanikern als inäqual oder sympodial beschrieben wird. Die größeren Teilungen werden der Stamm und die kleineren haben das Aussehen eines Zweiges, welcher sich weiterhin in ähnlicher Weise teilt. / (ROBINSON *89*.)

/ ZUMSTEIN untersuchte die Lagebeziehungen der Blutgefäße zu den Lungenkanälen an Injektions- und Korrossionspräparaten bei Mensch (neugeborener und erwachsener), Hund, Katze, Igel, Dachs, Frettchen, Schaf, Ziege (neugeboren und erwachsen), Kaninchen, Ratte, Hamster, Meerschwein, Schnabeltier und einigen Vögeln. Er findet: Das Herz braucht nicht in der Bifurkation der Trachea gelegen zu sein; beim Dachs z. B., der eine sehr lange, unter beinahe 180° sich teilende Trachea besitzt, liegt das Herz vor der Trachea und vor der Bifurkation. Damit steht im Zusammenhang die Beziehung von Arteria pulmonalis zu dem Lungenkanalsystem. Bei der Lagerung, wie sie z. B. dem Menschen zukommt, muß natürlich die links von der Medianlinie beginnende Arteria pulmonalis, um mit ihrem rechten Aste den zugehörigen Lungenteil zu erreichen, den Bronchus dieser Seite kreuzen und geht dabei naturgemäß immer vor dem Bronchus her. Bei Dachs, Kaninchen, teilweise auch beim Hund, geschieht aber die Teilung des Stammes der Art. pulmonalis höher oben, vor der Trachea, und damit fällt jene als typisch für das ep- und hyparterielle System angegebene Beziehung zum Bronchus fort. — Die Arterie verläuft durchaus nicht immer hinter ihrem Bronchus, sondern wesentlich an der lateralen Seite. Auf beiden Seiten kann die Lage eine etwas verschiedene sein, und in dem weiteren Verlaufe kann die ursprüngliche Lageart in eine andere übergehen. — Die Vene, welche den Bronchus begleitet, zeigt nicht minder regelmäßige Beziehungen zu diesem als die Arterie. Eine Verschiedenheit der Art, daß die Venen schwankende Verhältnisse zeigen, kann nicht festgestellt werden. Es ist ferner die Vene wie die Arterie gewöhnlich einfach. — Die Beziehung der Gefäße zu den Bronchen ist insofern verschieden, als die Vene durchweg auf der der Arterie entgegengesetzten Seite des Bronchus zieht. — Es scheint ZUMSTEIN wünschenswert, eine genauere Bestimmung jener grundlegenden Unterscheidung von ep- und hyparteriellen Bronchen vorzunehmen. Soll nur die Beziehung des Stammgefäßes zum Bronchialbaum oder soll die Beziehung der den betreffenden Bronchus begleitenden Arterie ausschlaggebend sein? — Es ist klar, daß infolge des bogenförmig absteigenden Verlaufes der von links kommenden, nach rechts gehenden Arteria pulmonalis Teile des rechten Lungensystems oberhalb des Arterienstammes erscheinen, die im übrigen den entsprechenden linksseitigen Territorien ganz gleichwertig sein können. Bei trachealer Teilung der Arterie (siehe oben) fällt eine solche Unterscheidung ep- und hyparterieller Teile sofort weg, ohne daß sich im Aufbau der Lunge das geringste ändert. — Die interessantesten Beziehungen ergeben sich für das Frettchen. Nimmt man die Beziehung vom Gefäßsystem zu den Bronchen als prinzipiell bedeutungsvoll an, so wäre doch zu erwarten, daß mindestens bei demselben Tiere die Verhältnisse konstant blieben. Das trifft aber bei dem Frettchen nicht zu. AEBY stellt dieses Tier zu den Tieren mit rechtsseitigem eparteriellem Bronchus. Von zehn untersuchten Tieren findet dagegen ZUMSTEIN nur bei zweien einen eparte-

riellen Bronchus, und auch bei diesen war das Verhalten der Arterien wiederum ein verschiedenes. — So wie hier stimmt die Klassifikation AEBYS auch für Ornithorhynchus nicht. Es sind also offenbar die Beziehungen der Gefäße zum Bronchialbaum nicht so konstant, wie dies AEBY angibt. — Die Lunge des Menschen gehört nach ZUMSTEINS Erfahrungen zu den wenigst günstigen für die Feststellung allgemein gültiger typischer Beziehungen des Bronchialsystems, speziell dieses zu den Gefäßen. — Auch die Angabe AEBYS, daß in dem sogenannten hyparteriellen System beider Lungen große Gesetzmäßigkeit herrsche, also dem eparteriellen allein die Verschiedenheiten der Lunge zuzuschieben seien, findet ZUMSTEIN nicht gerechtfertigt, ebenso wie die Einteilung der Seitenbronchen in dorsale und ventrale so ohne weiteres nicht durchführbar erscheinen will. / (ZUMSTEIN *90*.)

/ ZUMSTEIN stützt seine frühere (ZUMSTEIN *90*) Angabe, daß das Gefäßsystem in seinen Beziehungen zu den Bronchen Schwankungen unterworfen sei, durch eine Reihe neuer Befunde, wofür in der Arbeit Belege erbracht werden. / (ZUMSTEIN *92*.)

/ NARATH verwirft die von AEBY betreffend eparterielle und hyparterielle Bronchen aufgestellte Lehre vollständig, besonders auf Grund des Verhaltens der Bronchien zu den Blutgefäßen. Er erklärt, daß sich wohl bei allen Säugetieren ein Bronchus findet, welcher sich an den oberen Teil jeder Lunge verteilt, aber dieser Bronchus, den er apikal nennt, ist ursprünglich ein Zweig des ersten ventralen, der auf den Hauptbronchus auswandern kann und bis auf die Trachea. Allein in diesen letzteren Fällen würde er eparteriell werden. / (NARATH *92*.)

Auf die Anschauungen NARATHS wird unten bei Besprechung von dieses Autors ausführlicher Arbeit des näheren eingegangen werden.

/ Über die Einwendungen von HASSE *92* gegen die AEBYsche Theorie von der Bronchialverästelung vergl. das Referat von MERKEL *93*, p. 197 ff. / (MERKEL *93*.)

/ NARATH untersuchte die Entwicklung der Lunge von Echidna aculeata und legte das Hauptgewicht der Untersuchung darauf, ob die gefundenen tatsächlichen Verhältnisse mit der AEBYschen Theorie (siehe oben p. 212 ff.) in Einklang zu bringen sind: ob wirklich die Arteria pulmonalis die formbildende Kraft besitzt, die ihr jener Autor beimißt. Es war festzustellen, wie sich die Arterie zur ersten Anlage der Bronchien verhält, ob sie zu irgend einer Zeit der Entwicklung dieselben beeinflußt, und ob bei der sich bildenden oder fertigen Lunge Anhaltspunkte vorhanden sind, die auf eine solche Beeinflussung in der Phylogenie mit zwingender Notwendigkeit hinweisen. Dabei kam NARATH zur Überzeugung, daß AEBY der Arteria pulmonalis mit Unrecht Eigenschaften zuschrieb, die ihr nicht zukommen und auch niemals zugekommen sind, soweit sich das nach dem von NARATH untersuchten Materiale schließen läßt.

Der Kardinalpunkt der AEBYschen Theorie ist: „Verlauf der Arteria pulmonalis und ihr bestimmender Einfluß auf die Gestaltung des Bronchialbaumes.“ Dagegen stellt NARATH den Satz auf, daß in der Ontogenese der Echidnalunge die Arteria pulmonalis die Gestaltung des Bronchialbaumes nicht beeinflußt.

Gegen die damalige Ansicht WIEDERSHEIMS (Respirationssystem der Chamäleoniden), daß die Ursache für die typische Anordnung der Septen in letzter Linie in den Gefäßverhältnissen zu suchen sei, bemerkt NARATH, daß aus dem Umstande, daß in regelmäßig angeordneten Septen ebenso regelmäßige Gefäße verlaufen, noch immer nicht folgt, daß

die Arterien das Hervorwachsen der Septen bewirkt haben, daß sie das Primäre, die Septen das Sekundäre seien. Das Gegenteil scheint NARATH viel plausibler und richtiger, daß nämlich die Arterien in den Septen sekundär entstanden sind.

Es läßt sich also auch hinsichtlich der Phylogenese kein stichhaltiger Beweis für die Beeinflussung des Bronchialbaumes durch die Arteria pulmonalis erbringen.

Ferner wendet NARATH gegen AEBY ein, daß das Verzweigungsgebiet des ersten Dorsalbronchus („eparterieller" Bronchus AEBYS) im Gegensatze zur Behauptung AEBYS, ein rein „dorsales" ist. Mit dieser einen Tatsache fällt die ganze AEBYsche Theorie von den ep- und hyparteriellen Bronchien ein- für allemal. Rechter und linker apikaler Bronchus sind von gleicher Art. Man muß sie als Seitenäste der ersten Ventralbronchien auffassen. Als solche gehören sie der Reihe der hinteren Seitenzweige an und bilden das erste und stärkste Glied derselben. Links behält der apikale Bronchus seine ursprüngliche Lage immer bei, rechts nur ausnahmsweise, da er meistens als „Nebenbronchus" auf den Stammbronchus rückt. Die Ursache für dieses verschiedenartige Verhalten der beiden apikalen Bronchien (die Erscheinung des „Hinaufrückens" des apikalen Bronchus) beruht auf dem rascheren Wachstume der rechten Lungenanlage in der ersten Zeit der Entwicklung. Worin aber der Grund für das raschere Wachstum der rechten Lungenanlage gelegen ist, vermag NARATH nicht anzugeben.

Sowohl die Untersuchung des Blutgefäßsystems als auch die der Bronchien von Echidna aculeata haben NARATH die Unrichtigkeit der Hauptpunkte der AEBYschen Theorie ergeben.

„Mit dem Fallen der Theorie werden auch alle Spekulationen, die sich an sie hinsichtlich der Phylogenese des Bronchialbaumes knüpfen, illusorisch, und man kann nicht früher über die Phylogenese der Säugerlunge Aufschluß bekommen, bevor nicht ausgedehnte Untersuchungen über die Amphibien- und Reptilienlunge vorliegen. Das vorhandene Material ist ungenügend, und es würde sich wohl verlohnen, nach der angegebenen Richtung weiterzuforschen." / (NARATH *96*.)

/ D'HARDIVILLER *96 b* untersuchte die Entwicklung des Bronchialbaumes beim Kaninchen und findet, daß die Bronchien nicht dichotomisch von den Hauptstämmen ausgehen, sondern, daß sie von verschiedenen Punkten von der Wand der Mutterbronchien durch eine Hernie des Epithelrohres entstehen. Was die Frage der eparteriellen und der hyparteriellen Bronchien (AEBY) betrifft, so findet er, daß sich beim Kaninchen in beiden Lungen ein eparterieller Bronchus anlegt. Der linke aber hält in seiner Entwicklung nur eine Zeitlang mit dem rechten gleichen Schritt, dann atrophiert er und verschwindet. Ein linker apikaler Bronchus ist unabhängig von ihm vorhanden. Der eparterielle Bronchus ist kein Seitenast des ersten ventralen Bronchus. Die grundlegende Tatsache scheint D'HARDIVILLER die zu sein, daß sich bei den verschiedenen Säugern jederseits ein eparterieller Bronchus anlegt, welcher dann links oder auch beiderseits atrophisch werden kann und dadurch zu den verschiedenen Varietäten in der Säugetierreihe, sowie zu den Anomalien beim Menschen Veranlassung gibt. Die drei charakteristischen, von AEBY für die Säugetiere aufgestellten Typen haben also nur sekundäre Bedeutuug. / (D'HARDIVILLER *96 b* und *97 c*.)

/ Auch in zwei weiteren Arbeiten kommt D'HARDIVILLER zum Resultat, daß alle Bronchen am axialen Bronchus beim Kaninchen sich nicht

durch Dichotomie, sondern an verschiedenen Punkten dieses Bronchus durch seitliche Ausstülpung (hernie latérale) des Epithelrohres bilden. Die Verzweigung des axialen Bronchus ist also ausschließlich kollateral. (D'HARDIVILLER *96a* und *97b*.)

/D'HARDIVILLER findet, daß auch beim Schaf ebenso wie beim Kaninchen, die Bronchen sich nicht dichotomisch bilden, sondern durch kollaterale Ramifikation, d. h. sie entstehen durch epitheliale Ausbuchtungen (hernies) der Wände des axialen Bronchus./ (D'HARDIVILLER *97d*.)

/Wenn NICOLAS am 27. Nov. 1897 erklärt, daß sich beim Schaf die Hauptbronchen in Form von Seitenknospen der Bronchialstämme, d. h. durch kollaterale Ramifikation entwickeln, so stimmt er damit mit der früheren Mitteilung und einer neueren vom 4. Dezember 1897 von D'HARDIVILLER überein.

D'HARDIVILLER beschreibt, wie beim Schaf die Hauptbronchen sekundäre Bronchen abgeben durch Bildung von Seitenknospen (definitive Kollateralen) und durch Dichotomie (terminal). Die so entstehenden Zweige fahren fort, sich auf identische Weise zu verzweigen, und so erhält man schließlich einen Bronchialbaum, welcher durch drei Verzweigungsarten (kollateral, dichotomisch, gleich oder ungleich) gebildet ist.

Diese Untersuchungen bestätigen D'HARDIVILLERs frühere Befunde an Kaninchen. Ein wichtiger Bronchus scheint beim Schafembryo zu fehlen, der linke eparterielle. Doch diese Frage, betreffend die eparteriellen Bronchen, läßt sich durch die vergleichende Embryologie der höheren Wirbeltiere aufklären, D'HARDIVILLER verweist daher betreffend die morphologische Bedeutung dieser Bronchen auf seine Doktorarbeit./ (D'HARDIVILLER *97e*.)

/In einer weiteren Arbeit faßt D'HARDIVILLER seine Resultate allgemeiner. Beim Kaninchen und wahrscheinlich auch beim Menschen und den anderen Säugetieren bildet der Stammbronchus ein axiales Rohr, welches die ganze Länge der Lunge durchsetzt. Dieser Bronchus teilt sich nicht an seinem Ende, wie es HIS, ROBINSON und NARATH behaupten. Vielmehr findet D'HARDIVILLER, daß der Endbronchus ungeteilt bleibt und daß die auf dem Stammbronchus gelegenen Äste keineswegs durch wahre oder falsche Dichotomie erscheinen, sondern an verschiedenen Stellen der Epithelwände des Stammbronchus durch Hernien entstehen, welche sich vergrößern, gestielt werden und schließlich die primären kollateralen Bronchien entstehen lassen. Die durch kollaterale Verzweigung entstandenen primären Bronchen teilen sich in zwei Gruppen je nachdem sie auf dem Stammbronchus über oder unter dem Kreuzungspunkt der Pulmonalarterie entstehen, und D'HARDIVILLER gebraucht für dieselben die von AEBY eingeführten Namen eparterielle und hyparterielle Bronchen.

D'HARDIVILLER betrachtet ferner eingehend die weitere, mehr ins makroskopische Gebiet gehörige Entstehung des Bronchialbaumes bei den Säugetieren und dem Menschen. Er findet, daß die von AEBY aufgestellten drei charakteristischen Gruppen der Säugetiere nur einen sekundären Wert haben, die ursprüngliche Tatsache ist die Existenz eines eparteriellen Bronchus auf jeder Seite. Aus dieser ephemeren Existenz eines eparteriellen Bronchus beim Menschen und Kaninchen schließt D'HARDIVILLER, daß der Oberlappen der rechten Lunge nicht als Äquivalent des linken Oberlappen zu betrachten ist, sondern als eine supplementäre Bildung der rechten Lunge, welche auf der anderen Seite vollständig fehlt./ (D'HARDIVILLER *97f*.)

/ Wir verdanken LÜHE ein neues eingehendes Referat über die Frage Monopodie oder Dichotomie. Derselbe beleuchtet treffend die Differenzen in den Ansichten von D'HARDIVILLER und NARATH folgendermaßen: In neuerer Zeit ist nun namentlich D'HARDIVILLER *96 a* und *b*, *97 b*, *d*, *e* und *f* sehr entschieden für ein monopodisches Wachstum des Bronchialbaumes eingetreten. Die Endknospe bleibt ungeteilt und die Seitenzweige des Stammbronchus entstehen keineswegs durch wahre oder falsche Dichotomie, sondern durch hernienartige Vorwölbungen der Wandung des Stammbronchus, um sich schließlich zu den Seitenbronchen zu entwickeln. Diese Seitenbronchen entstehen auch nach D'HARDIVILLERS Schilderung in der Regel in der Richtung von vorn nach hinten, dergestalt, daß der am weitesten nach hinten und dem Ende des „Stammbronchus" am nächsten gelegene Seitenbronchus auch der jüngste ist. Die Ausnahmen von dieser Regel, welche freilich von D'HARDIVILLER auch für seine Annahme vom monopodischen Wachstum verwertet werden, betreffen ausschließlich solche Bronchen, welche von anderen Autoren als „Nebenbronchen", d. h. nicht als direkte Seitenzweige des Stammbronchus, sondern als Abkömmlinge anderer Seitenbronchen aufgefaßt werden und zu welchen vor allem der sogenannte „eparterielle" Bronchus gehört. Namentlich NARATH *96* ist für die letztere Auffassung eingetreten und hat speziell bei Echidna auch ihre Richtigkeit bewiesen, indem er nachwies, daß der erste Ventralbronchus und der sogenannte „eparterielle" Bronchus aus einer einheitlichen Anschwellung des Stammbronchus durch dessen Teilung hervorgehen. Dann aber sind die erwähnten „Ausnahmen" nur scheinbar und D'HARDIVILLERS Arbeit kann als Bestätigung für den Satz gelten, daß neue Seitenzweige ausschließlich in der Nähe des Endpunktes der wachsenden Bronchen, aber nicht mehr an dem fertig gebildeten Bronchialrohr entstehen. Der Feststellung dieser Regel gegenüber erscheint es LÜHE von sekundärem Interesse, ob die neuen Seitenzweige an dem wachsenden Bronchus zwar seitlich, aber doch in mehr oder weniger unmittelbarer Nachbarschaft von dessen Endknospe hervorsprossen oder ob sie aus dieser Endknospe selbst hervorgehen, um dann langsamer zu wachsen wie die aus derselben Endknospe hervorgehende Fortsetzung des Stammbronchus. „Auf die Entscheidung dieser Frage aber läuft der Streit um den Verzweigungstypus des Bronchialbaumes im wesentlichen hinaus, sobald man mit dem französischen Autor der Entwicklungsgeschichte die Entscheidung überläßt."

LÜHE kann aber nicht einmal zugeben, daß die von D'HARDIVILLER *96 a* und *b*, *97 b*, *d*, *e* und *f* publizierten Abbildungen ein seitliches Hervorsprossen der Bronchialanlagen im Gegensatz zu einer dichotomen Teilung der Endknospe wirklich einwandfrei beweisen. Nach LÜHE würde ein Anhänger der Theorie von der dichotomen Teilung die von LÜHE wiedergegebenen Abbildungen D'HARDIVILLERS in einem der Dichotomie günstigen Sinne deuten, und es wäre nach LÜHES Erachtens nicht möglich, diese Deutung auf Grund der Angaben von D'HARDIVILLER als direkt falsch zu bezeichnen.

In seinen Arbeiten über die Kaninchenlunge hatte D'HARDIVILLER sich darauf beschränkt, mit Entschiedenheit für die monopodische Entstehung der „primären" Bronchien einzutreten. Seine späteren Arbeiten über die Hammellunge bringen einige Ergänzungen. Die primären Bronchen sollen beim Schaf in derselben Weise wie beim Kaninchen ausschließlich monopodisch entstehen, ihre Teilung in die sekundären Bronchen soll aber nur zum Teil durch seitliche Sprossung, zum Teil dagegen

durch dichotomische Spaltung erfolgen. Das Gleiche betont D'HARDIVILLER nunmehr nachträglich auch für die Kaninchenlunge unter Bezugnahme auf seine bereits früher publizierten Abbildungen. Auf Grund dieser Bilder ward die Teilung des eparteriellen Bronchus als dichotom bezeichnet. Ein ungefähr gleichaltriges Stadium dieser „ungleichmäßig dichotomischen" Teilung des rechten eparteriellen Bronchus hatte früher ein seitliches („monopodisches") Hervorsprossen der beiden zweiten Ventralbronchen aus dem Stammbronchus (im Gegensatz zu der von NARATH u. a. behaupteten Entstehung der Ventralbronchen durch dichotome Teilung) beweisen sollen. Ist, so frägt LÜHE, welcher diese Abbildungen wiedergibt, der Unterschied der Formverhältnisse wirklich so groß, um den von D'HARDIVILLER angenommenen theoretischen Gegensatz zu rechtfertigen? Oder könnten nicht auch die Anlagen der zweiten Ventralbronchen in dem zuletzt besprochenen Stadium so aufgefaßt werden, daß sie zwar durch Dichotomie entstanden, aber gegenüber der rasch wachsenden Fortsetzung des Stammbronchus in der Entwicklung zurückgeblieben sind? / (LÜHE *01.*)

LÜHE ist nach MERKEL *02* im Recht, wenn er darauf hinweist, daß die Figuren von D'HARDIVILLER ganz mit demselben Recht, wie der Autor sie für den monopodischen Typus in Anspruch nimmt, für den dichotomischen Typus verwertet werden können.

/ Die Resultate von NICOLAS und DIMITROVA *97*, sowie die Auffassung dieser Verf. decken sich im wesentlichen mit denjenigen D'HARDIVILLERS, NICOLAS und DIMITROVA, gehen jedoch insofern noch weiter wie letzterer, als sie auch nicht einmal anerkennen wollen, daß die beiden Stammbronchen der beiden Lungen durch eine Gabelung der Trachea zustande kommen. Dieselben sollen vielmehr als Knospen in dem dorsalen Abschnitt der beiden Seitenflächen der Trachealanlage entstehen. / (LÜHE *01.*)

/ NICOLAS und M[lle] DIMITROVA haben den Bronchialbaum von Schafembryonen von 5—18 mm Länge plastisch rekonstruiert, um die noch dunkle Bedeutung und den Ursprung des eparteriellen Bronchus zu beleuchten. Beim Schaf sind die Bronchialzweige laterodorsale Knospen der unpaaren Lungenausstülpung. Sie entstehen also auf der zukünftigen Trachea in derselben Weise, wie die kollateralen Bronchen später auf ihnen selbst entstehen. Der tracheale (eparterielle) Bronchus ist ganz unabhängig vom paarigen Bronchialsystem und erscheint als ein hinzugefügtes Element. Der Bronchus cardiacus ist ein ventraler Bronchus. Sein sehr frühzeitiges Erscheinen gibt ihm eine besondere Wichtigkeit und erlaubt nicht, ihn als einen accessorischen zu betrachten. Die Asymmetrie der beiden Hälften des Bronchialbaumes ist beim Schaf noch viel deutlicher als anderswo und ergibt sich aus dem Bestehen zweier Elemente, des eparteriellen Bronchus und des Bronchus cardiacus, welche sich, aus uns unbekannten Gründen, nur auf einer Seite, rechts, entwickeln. / (NICOLAS und DIMITROVA *97.*)

/ RENAUT findet, daß in der Kaninchenlunge die Entwicklung eine monopodische ist (mit KÜTTNER). In derselben Weise vollzieht sich die Bildung der Verteilungsbronchen (RENAUTS), der interlobulären Bronchen und der intralobulären Bronchen. / (RENAUT *97.*)

/ GUIEYSSE hat seine bei Untersuchung des Übergangs des Trachealmuskels (siehe Trachea der Säugetiere) in den REISSEISENschen Muskel (siehe Bronchi der Säugetiere) erhaltenen Resultate zu Gunsten der Lehre von AEBY verwertet. GUIEYSSE kommt zu folgenden Resultaten:

Bei den verschiedenen untersuchten Wirbeltieren unterscheidet sich der Typus des Trachealmuskels beträchtlich nicht nur von Genus zu Genus, sondern auch von Species zu Species desselben Genus. Die Bronchialmuskulatur hingegen ist bei den verschiedenen Tieren ähnlich. Der Übergang vollzieht sich in derselben Weise, wie auch die Anordnung des Trachealmuskels sei.

GUIEYSSE findet diese Resultate von Bedeutung für den Teilungsmodus, ob nämlich Dichotomie oder Vorwiegen des Bronchus des Unterlappens bestehe. GUIEYSSE tritt für die monopodische Verzweigung der Bronchien mit folgender Begründung ein: Bei dichotomischer Teilung müßten die oberen oder unteren Bronchen in allen ihren Elementen einander ähnlich sein, dies verhält sich jedoch nicht so, denn während die oberen Bronchen sich rasch mit ihrem Muskel umgeben, bewahrt der untere Bronchus den Muskel des Stammbronchus; diese Anordnung beweist, daß man es mit einer Fortsetzung des Stammbronchus zu tun hat. / (GUIEYSSE *98.*)

/ Es soll nun die Lehre, daß dem Stammbronchus eine besondere Struktur gegenüber anderen Bronchien zukommt, nicht bestritten werden, diese Angabe ist jedenfalls genauer Nachprüfung wert. Für eine Verwertung dieses Befundes, für die Frage, ob Dichotomie oder Monopodie, scheint mir aber Vorsicht geboten, denn auch an einem dichotomisch entstandenen unteren Bronchus könnte sekundär die von GUIEYSSE beschriebene eigentümliche Muskelanordnung aufgetreten sein, und andererseits scheint es auch nicht erwiesen, daß bei Monopodie die oberen Bronchen sich hinsichtlich der Muskeln anders verhalten müssen, als die unteren Bronchen oder der Stammbronchus. / (OPPEL *01.*)

/ Auch NICOLAS ist der Ansicht, daß in die AEBYsche Lehre durch die Untersuchungen von NARATH und D'HARDIVILLER Bresche geschossen ist. / (NICOLAS *98.*)

/ HUNTINGTON hat das Bronchialsystem und die Lungenblutgefäßversorgung bei zahlreichen Säugetieren untersucht und schildert seine Ergebnisse unter Beigabe zahlreicher Tafeln nach Korrosionspräparaten. Er findet, daß die von ihm untersuchten Tiere eine vollständige Reihe bilden, führend von dem bilateral hyparteriellen Typus ohne Bronchus cardiacus (Hystrix cristata) durch allmähliche Übergänge zum vollständig symmetrischen bilateral eparteriellen Typus ohne Bronchus cardiacus (Phoca vitulina). Die Reihe ist folgende: Hystrix cristata, Taxidea americana, Canis familiaris, Dicotyles torquatus, Myrmecophaga jubata, Auchenia glama-pacos, Cebus capucinus, Cebus niger, Phoca vitulina. Rechte und linke Lunge gleichen sich nach HUNTINGTON morphologisch im Typus der Bronchialverteilung. Die Asymmetrie, wenn eine solche vorkommt, tritt augenscheinlich nicht gewiß auf in Abhängigkeit von einer vollständigen Trennung des rechten Truncus cephalicus in zwei Komponenten und einer Wanderung kopfwärts, unter Änderung seiner ursprünglichen Lage zum Bronchialstamm und zur Pulmonalarterie; seltener hängt die Asymmetrie von der vollständigen Wanderung des ganzen, die sekundären Zweige (Myrmecophaga jubata) führenden Stammes kopfwärts ab. AEBYS Hypothese von der morphologischen Gleichwertigkeit des mittleren rechten und des oberen linken Lappens der menschlichen Lunge ist also unrichtig. Das Verhältnis sollte lauten:

Rechte Lunge.		Linke Lunge.
Oberer + mittlerer Lappen	=	Oberlappen.
Unterer Lappen + Lobus cardiacus	=	Unterlappen.

Das aktive Prinzip für die Veränderung der Lunge ist nicht die Pulmonararterie (AEBY), sondern die Wanderung des Truncus cephalicus oder seiner sekundären Äste, welche gewöhnlich nur rechts eine deutliche Asymmetrie herbeiführen. Bei der Mehrzahl der Säugetiere beschränkt sich diese stärkere Entwicklung der respiratorischen Oberfläche auf die rechte Seite und führt zur Bildung des sogenannten eparteriellen Bronchus. Die Lungenlappenbildung hängt nicht von dem Typus der Bronchialverteilung, sondern wahrscheinlich von einer ungleichen Beweglichkeit der verschiedenen Segmente der Thoraxwände ab.

Der ursprüngliche Typus ist also die symmetrische bilateral-hyparterielle Form, die symmetrische bilaterale eparterielle Form stellt das Endstadium des Entwicklungsprozesses dar, nicht den Beginn (AEBY, WIEDERSHEIM). Der ursprüngliche Teilungstypus ist ein dichotomischer (Hystrix, Taxidea). Hier finden sich zwei Stämme jederseits ein Truncus cephalicus und ein caudalis. Bei der folgenden Teilung des Stammbronchus und der monopodischen Verzweigung, welche für die Mehrzahl der Säugetierlungen charakteristisch ist, sind folgende Faktoren tätig: a) Vollständige Segmentation der Trachealbulla, führend zur gewöhnlichen Bifurkation. Diese bildet den Hauptteil des Stammbronchus und gibt dem primären Truncus cephalicus die Lage eines seitlichen Zweiges. b) Die kaudale Fortsetzung des Stammbronchus besteht aus dem primären Kaudalbronchus und seinem medialen sekundären Zweig, der laterale Zweige und in der Folge sich entwickelnde accessorische Zweige erscheinen als „Ventralzweige des Stammbronchus" (AEBY). c) Der Broncus cardiacus erscheint gewöhnlich als ein spezieller accessorischer Zweig, abstammend vom Stammbronchus der rechten Seite allein (Ausnahme: Auchenia).

In der Mehrzahl der untersuchten Formen ist die Pulmonalarterie nicht dorsal zum Stammbronchus, ausgenommen im terminalen Teil. Die Lage ist, wie NARATH gefunden hat, lateral oder dorsolateral. Daher sollte die Unterscheidung in dorsale und ventrale Zweige, welche durch die Pulmonalarterie in AEBYS Sinne getrennt werden, verlassen werden.

Die Resultate HUNTINGTONS stimmen mit denen von NARATH überein hinsichtlich der Äquivalenz des Bronchus anterior oder cephalicus von rechter und linker Seite der symmetrischen Lunge. Beide unterscheiden sich in der Deutung der Ableitung des apikalen Bronchus, welchen NARATH als den dorsalen Zweig des ersten ventralen Bronchus betrachtet, ebenso hinsichtlich der phylogenetischen Entwicklung des Stammbronchus. / (HUNTINGTON *98* und *99*.)

/ HUNTINGTON hält also im Gegensatz zu AEBY den Bronchialbaum von Hystrix cristata und Taxidea americana für den ursprünglichen Typus der Bronchialverzweigung, da die hier vorhandene tracheale Bulla der endständigen Anschwellung der Trachea in frühzeitigen ontogenetischen Stadien der Säugetierlunge entspräche, und da der eparterielle Bronchus, welchen HUNTINGTON für eine spätere Erwerbung der Säugetierlunge hält, noch fehlt. Infolgedessen kommt er zu dem Schluß, daß der ursprüngliche Verzweigungstypus „practically dichotomous" ist. Die Ausbildung des Stammbronchus und dessen monopodische Verzweigung bei der Mehrzahl der Säuger sei sekundär und dadurch bedingt, daß die tracheale Bulla sich geteilt und so die gewöhnliche Bifurkation hervorgebracht habe.

LÜHE kann sich den phylogenetischen Anschauungen HUNTINGTONS aus verschiedenen Gründen nicht anschließen. Erstens besteht während

der Entwicklung der Säugetierlunge die endständige Anschwellung der Trachea nur unmittelbar vor der Teilung derselben in die Anlagen der beiden Bronchen, in ähnlicher Weise wie auch später während der weiteren Entwicklung des Bronchialbaumes die einzelnen Bronchen in Anschwellungen endigen. Sobald die ersten Bronchen angelegt sind, ist zwischen ihnen eine der „Bulla" von Hystrix und Taxidea entsprechende tracheale Anschwellung nicht mehr vorhanden. Hiermit wird aber nach Ansicht LÜHES der der Ontogenie entlehnte Beweis HUNTINGTONS für die Richtigkeit seiner Anschauung hinfällig. Andererseits sprechen vergleichend-anatomische Gründe gegen dieselbe. Hystrix und Taxidea (amerikanischer Dachs) sind keineswegs primitive Formen und der Bronchialbaum von Monotremen und Marsupialiern weist im Gegenteil ähnliche Verhältnisse auf, wie sie von der Mehrzahl der Säuger bekannt ist. Auch dürfte es kaum möglich sein, unter Zugrundlegung der Anschauung von HUNTINGTON den Bronchialbaum der Säuger mit demjenigen der Reptilien phylogenetisch zu verknüpfen, während dies sehr wohl möglich ist, sobald wir den Bronchialbaum von Hystrix und Taxidea als sekundär modifiziert ansehen und von dem bei der Mehrzahl der Säuger vertretenen Typus ableiten. (Vergl. hierzu namentlich MILANI *97*, p. 150—152. Bei Reptilien münden stets die Gänge in einen die Lunge der ganzen Länge nach durchziehenden Bronchus, welcher dem Stammbronchus der Vogel- und Säugerlunge vergleichbar erscheint. LÜHE.) „Daß innerhalb der Nager und innerhalb der Raubtiere so ähnliche Abweichungen von der Grundform unabhängig voneinander entstanden sind, ist zwar sehr auffällig, kann aber für sich allein die hier vertretene Anschauung in keiner Weise widerlegen. Dann werden aber auch HUNTINGTONS Ausführungen über die ursprüngliche Dichotomie der Säugetierlunge ihrer Bedeutung entkleidet."

O. MÜLLER *98* und SCHAFFNER *98* treten auf Grund von Untersuchungen am ausgebildeten Bronchialbaum für die Auffassung AEBYS ein. In der Schilderung SCHAFFNERS, durch welche derselbe die AEBYsche Theorie für bewiesen hält, findet LÜHE nichts, was die Annahme einer wiederholten ungleichmäßig-dichotomischen Teilung auszuschließen vermöchte, zumal da SCHAFFNER selbst immer von einem „Sich-teilen" spricht.

Wie weitreichend der Einfluß von AEBYS Theorie trotz des erfahrenen Widerspruches gewesen ist, geht wohl am besten daraus hervor, daß v. EBNER *99* in KÖLLIKER ohne weiteren Kommentar den Satz bringt, daß die Bronchen — wie AEBY zeigte — „nicht dichotomisch sich teilen, sondern unter Beibehaltung ihrer Hauptrichtung nach und nach kleinere Zweige meist unter spitzen Winkeln abgeben". / (LÜHE *01*.)

/ LECHE (in BRONN) äußert sich dagegen über AEBYS Lehre, wie folgt: Während die embryologischen Untersuchungen von HIS, ROBINSON und HASSE im wesentlichen die auf vergleichend-anatomischem Wege gewonnene Auffassung AEBYS bestätigen, hat neuerdings NARATH auf Grund umfassender Untersuchungen gewichtige Bedenken gegen die AEBYsche Theorie vornehmlich der ep- und hyparteriellen Bronchen erhoben. (Schon früher ist WILLACH *88* nach MÜLLER zu ähnlichen Resultaten gelangt.) / (LECHE in BRONN, *unvoll.* Bd. 6, 5, 1.)

/ MERKEL würdigt die Ergebnisse der vergleichenden Forschung für die Topographie beim Menschen, so z. B. hinsichtlich des Bronchus cardiacus. / (FR. MERKEL *99*.)

/ Birch - Hirschfelds anatomische Untersuchungen am fertigen Bronchialbaum erwachsener Menschen treffen mit den Beobachtungen von Narath zusammen, da letzterer die Übereinstimmung des den oberen Lungenpartien auf der linken Seite angehörigen Astes mit dem „eparteriellen" Bronchus der rechten Seite betont, hinsichtlich des Verzweigungsgebietes, der Richtung, Zahl und Art der Seitenäste. Wenn Narath den Vorschlag macht, den Aebyschen eparteriellen Bronchus und den aufsteigenden dorsalen Ast des linken Ventralbronchus als „Bronchus apicalis" dexter und sinister zu benennen, so möchte Birch-Hirschfeld jedoch gerade im Hinblick auf die mit dem Bronchialbau zusammenhängenden pathologischen Fragen es für zweckmäßig halten, wenn als Spitzenbronchen nur solche Äste benannt werden, deren Verzweigungsgebiet ausschließlich in den oberen Abschnitten der Obergeschosse beider Lungen gelegen ist. / (Birch-Hirschfeld *99*.)

/ Zumstein (dessen frühere Untersuchungen siehe oben p. 217 f.) hat zahlreiche Säuger untersucht, um ein variables Verhalten der Art. pulmonalis zum Bronchialbaum zu finden. Bei einem neugeborenen Hunde fand er die rechte Art. pulmonalis über dem ersten abgehenden Seitenast den rechten Stammbronchus kreuzen, so daß also auch rechts kein eparterieller Bronchus vorhanden ist; die Wurfgeschwister dieses Hundes zeigen dagegen das gewöhnliche Verhalten der Art. pulmonalis dextra zum rechten Bronchus. Auch bei einer Menschenlunge fand Zumstein eine Abweichung vom gewöhnlichen Verhalten. Dieselbe besitzt auf der linken Seite einen kleinen eparteriellen Bronchus, der gegen die Lungenspitze geht. Zumstein hat ferner die Maulwurfslunge entwicklungsgeschichtlich verfolgt, in der eine starke Asymmetrie zwischen linker und rechter Lunge besteht und in der der Lobus cardiacus sehr ausgedehnt ist. Die Anlage der linken Lunge, speziell des linken Bronchus, bleibt hier beim Embryo, wie Zumstein findet, schon in frühester Anlage hinter dem rechten Bronchus zurück. Ebenso sieht man in der weiteren Entwicklung beständig den linken Bronchus hinter dem rechten zurückstehen. Der Bronchus infracardiacus kann aus dem Stammbronchus hervorgehen unterhalb vom zweiten Seitenast desselben, oder er kann aus dem zweiten Seitenast entspringen. Die Arterien können für die Verästelung des Bronchialbaumes wohl kaum eine Bedeutung haben, denn die ersten Abzweigungen bilden sich am Stammbronchus, bevor die Arteria pulmonalis mit Sicherheit in die Lunge hinein verfolgt werden kann.

Die Verästelung des Bronchialbaumes der Vogellunge schildert Zumstein nach Bär. Zumstein glaubt, daß vor allem die Entwicklung der Schildkröten- und Krokodillunge, vielleicht auch der Varanidenlunge am ehesten Aufschluß geben kann, inwieweit die Vogellunge auf die Reptillunge bezogen werden darf. Die Lacertilierlunge, welche Zumstein entwicklungsgeschichtlich verfolgt hat, ist zu einfach gebaut und deshalb wenig geeignet. / (Zumstein *00*.)

/ Justesen findet als Gesetz des Verzweigungsmodus des Bronchialbaumes der Säugetierlunge konsequente Dichotomie, die durch ungleiches Wachstum der Schwesterzweige sowie durch sukzessive Verschiebungen der Teilungsachsen das Aussehen der Monopodie annimmt. Diese Art des Wachstums ist in der Botanik wohlbekannt und wird hier als Sympodie bezeichnet. In den Untersuchungen von Justesen ist also eine ausführliche Beweisführung für die Lehre von Minot *92* gegeben. welcher die sympodische Verschiebung auf dichotomischer Basis gesehen und beschrieben hat.

Das bleibende Verdienst AEBYS, der schärfer als irgend ein anderer die monopodische Verzweigung als die allein stattfindende hervorhebt, liegt in seinen ausgedehnten und genauen, komparativen Untersuchungen über die Formen des Bronchialbaumes, die Lageverhältnisse der einzelnen Komponenten, die Dimensionen usw./ (JUSTESEN *00.*)

/„Bei Lungen mit „eparteriellem“ bronchialem Bronchus soll nach JUSTESEN die erste dichotome Teilung den „eparteriellen“ Bronchus und die Fortsetzung des späteren Stammbronchus liefern, die zweite an letzterem einsetzen und den ersten ventralen Bronchus, sowie die weitere Fortsetzung des Stammbronchus liefern usw. Diese Anschauung wird jedoch durch keinerlei tatsächliche Beobachtung gestützt, ist vielmehr unvereinbar mit den Beobachtungen und Anschauungen anderer Forscher, namentlich mit denjenigen von NARATH *96* und D'HARDIVILLER *96 a* und *b*, *97 b* und *f*, so sehr diese beiden Forscher sich auch in ihrer Auffassung der Bronchialverzweigung diametral gegenüberstehen. Nach NARATH ist der „eparterielle“ Bronchus überhaupt kein selbständiger Seitenzweig, sondern ein Abkömmling des ersten ventralen Bronchus, und wenn auch D'HARDIVILLER dies nicht zugeben will, so hat er doch wenigstens die Tatsache festgestellt, daß die Anlage des „eparteriellen“ Bronchus später auftritt als die Anlage des ersten ventralen Bronchus. Diese Feststellung wird von D'HARDIVILLER mit verwertet für die Behauptung, daß der Bronchialbaum der Säuger nicht durch dichotomische Verzweigung, sondern durch monopodische Verästelung entstehe.“ (Vergl. oben)/ (LÜHE *01.*)

/Daß JUSTESENS Modifikation der BORNschen Methode von den allgemeinen Fehlerquellen der „geistigen“ Rekonstruktion nicht frei ist, davon geben, wie HAMMAR hofft, später im Kapitel über die Entwicklung der Lungen zeigen zu können, auch seine damit erreichten Ergebnisse Zeugnis. HAMMAR sagt jedoch nicht, worin er die Resultate JUSTESENS für falsch hält./ (HAMMAR *02.*)

/Der Einteilung der Bronchi in „eparterielle“ und „hyparterielle“ durch AEBY stimmt W. S. MILLER vollständig bei, wenn sie auch von einigen Autoren (W. EWART *89* u. a.) in Frage gezogen worden ist. Für die Richtigkeit der Beobachtungen AEBYS scheinen W. S. MILLER ebenso die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen von HIS *87* zu sprechen, wie auch die Antworten, welche auf die dritte Frage des „Committee of collective investigation of the Anatomical Society of Great Britain and Ireland“ für das Jahr 1892/93 eingingen (Journ. of Anat. and Physiol., Vol. 27, p. 70). Diese Frage lautete: „The arrangement of the branches of the right bronchus and their relations to the pulmonary artery.“ Von den zu ihrer Beantwortung beschriebenen Fällen würden nach sorgfältiger Prüfung 95 Proz. die Anwesenheit eines eparteriellen Bronchus erkennen lassen./ (W. S. MILLER *00 a.*)

/Daß MILLER sich AEBY angeschlossen hat, ist einfach dadurch zu erklären, daß er, wie dieser, beinahe nur erwachsene Lungen untersucht hat./ (JUSTESEN *00.*)

/Über das makroskopische Verhalten des Bronchialbaumes und der Säugetierlunge vergleiche endlich besonders die große Monographie von NARATH *01.* Eingerechnet die menschlichen Lungen, kamen mehr als 600 zur Untersuchung. Über 435 wird in der Arbeit näher berichtet, sie gehören 133 Species an. Nicht nur womöglich von allen Ordnungen wollte NARATH Vertreter bekommen, sondern sein Streben ging auch dahin, möglichst viele Exemplare einer Species zu erlangen, um über

die Konstanz in der Anordnung der Bronchien und der Gefäße, sowie in der äußeren Form der Lunge Aufschlüsse zu bekommen. So entstand jenes große Werk, welches in 380 Seiten großen Formates eine von zahlreichen guten Abbildungen begleitete Monographie des Bronchialbaumes der Säugetiere bietet.

Obwohl NARATH das große Verdienst, das sich AEBY durch seine klassische Arbeit für die Lungenanatomie erworben hat, nicht schmälern will, so kann er doch auf Grund seiner embryologischen und vergleichend anatomischen Studien in manchen wesentlichen Punkten nicht übereinstimmen. Nach NARATH ist man nicht berechtigt, von einem eparteriellen und hyparteriellen Abschnitte des Stammbronchus zu reden, da eine Überkreuzung im Sinne AEBYs nicht besteht, und selbst, wenn sie bestünde, nur eine sekundäre Erscheinung von untergeordneter Bedeutung wäre. Nach NARATH wird man sich daher entschließen müssen, die von AEBY aufgestellten Begriffe „ep- und hyparteriell" als unvereinbar mit den vergleichend-anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Fakten aufzugeben.

Die Charakteristik des eparteriellen Bronchus AEBYs läßt sich nicht aufrecht erhalten. Er ist nicht immer in der Einzahl da, er entbehrt nicht der Nebenbronchien, er sitzt nicht oberhalb einer typischen Arterienkreuzung, er versorgt nicht typisch dorsale und ventrale Gebiete. Der AEBYsche eparterielle und NARATHs apikaler Bronchus ist nichts anderes als ein dorsaler Bronchus. Der Unterschied zwischen rechts und links ist, streng genommen, nur das zeitliche Moment. Rechts entsteht die Apikalknospe sehr früh, während die ventrale noch eben zu sehen ist, links hingegen bildet sie sich später.

Betreffend den infrakardialen Bronchus und die ventralen Nebenbronchien kommt NARATH zu folgendem Schlusse: Der infrakardiale Bronchus ist ein ventraler Nebenbronchus zum ersten oder zweiten (oder vielleicht gar dritten) ventralen Bronchus. Es gibt Lungen, die dem ersten Typus folgen (z. B. Monotremen) und solche, die dem zweiten huldigen (z. B. Primates, Homo), daneben Übergangsformen, die beide Typen vereinigen (Dasypus setosus, Myrmecophaga). Wenn auch die ontogenetische Entwicklung bis jetzt keine schlagenden Beweise lieferte, so spricht sie doch nicht dagegen, und es dürfte, nach der vergleichenden Anatomie zu schließen, phylogenetisch wohl eine derartige Entwicklung stattgefunden haben, wie sie AEBY vermutet hat. / (NARATH *01.*)

/ GEGENBAUR findet: „Es dürfte aus der Verschiedenheit der Formen, bei denen die Arterie einen von der Mehrzahl abweichenden Verlauf bietet, zu ersehen sein, daß in dem Verhalten des Lungenarterienastes kein Charakteristikum für die Wertbestimmung der einzelnen Bronchien gewonnen werden kann." „So wenig wir das Fehlen einer Mesenterica inferior bei manchen Säugetieren zur Behauptung des Fehlens des Dickdarmendes verwerten können, ebensowenig kann der differente Verlauf der beiden Äste der Lungenarterie den beiden Lungen ihre Homodynamik absprechen und der einen die an ihr stattgefundene Rückbildung eines ganzen Abschnittes zusprechen, wovon aus dem bekannten Entwicklungsgange des Organes gar nichts erwiesen ist. Ebensowenig kann man bei einer solchen Vergleichung auf die Vögel rekurrieren" etc. GEGENBAUR sieht also „die beiden Lungen der Säugetiere als zwei im Volumen verschieden ausgebildete, aber deshalb doch einander gleichwertige Organe an, welchen keineswegs ganze Abschnitte zum Ausfall kamen." / (GEGENBAUR *01.*)

/ Fanny Moser stellt sich auf die Seite jener Forscher (Aeby, Robinson, d'Hardiviller, Narath), welche eine monopodische Verzweigung annehmen. / (F. Moser *02.*)

/ Was die Sprossenbildung in der Lunge anlangt, stellt sich Merkel *02* vollständig auf die Seite von His, nach dem die primären Seitensprossen monopodische Bildungen sind, während dann der weitere Verzweigungsmodus der dichotomische bleibt. Nach den letzten genauen Arbeiten, besonders von d'Hardiviller und Narath, kann, so führt Merkel aus, keine Frage sein, daß bei der Ausbildung der großen Bronchialäste ein monopodisches Wachstum vorhanden ist und daß die Seitenbronchien kollateral entstehen; „mit sympodischem Wachstum kann man die vorhandenen Bilder nicht erklären — ein solches ist von vornherein bei der Entstehung der dorsalen (und des apikalen) Bronchien ausgeschlossen. Diese treten erst auf, wenn die entsprechenden ventralen Bronchien bereits angelegt sind, indem sie aus der Rückwand des Stammbronchus vorsprossen." / (Merkel *02.*)

/ In der Kontroverse Aeby-Narath stellt sich Göppert entschieden auf die Seite Naraths. Der eparterielle Bronchus Aebys ist der erste Dorsalbronchus (apikaler Bronchus). Das Homologon des Aebyschen eparteriellen Bronchus ist bei allen Lungen in diesem apikalen Ast vorhanden. Mag er eparteriell oder hyparteriell entspringen, ventral oder dorsal von der Arterie liegen, mag er vom Stammbronchus, einem Seitenbronchus oder sogar von der Trachea ausgehen, ist für diese Beurteilung nebensächlich. Für eine Rückbildung ganzer Teile der Lunge endlich, die nach Aebys Vorstellung bald einseitig, bald beiderseitig erfolgt sein müßte, spricht keine entwicklungsgeschichtliche Erfahrung.

Göppert scheint es ebenso unrichtig, allein Monopodie anzunehmen und alles, was dichotomisch sich zu teilen scheint, als verkappte Monopodie anzusehen, wie es falsch ist, die Monopodie durch die Einführung des Begriffes der inäqualen oder sympodialen Dichotomie aus der Welt zu schaffen, wie es bei Robinson und neuerdings ähnlich bei Justesen geschieht. Ein monopodiales Wachstum schafft einer Bronchialstrecke subordinierte Seitenzweige, die Dichotomie einander koordinierte Abschnitte. Für beiderlei Beziehungen einzelner Lungenteile zueinander gibt es genügend Beispiele schon im Aufbau der einfacher gebauten Lungen der Reptilien. / (Göppert *02.*)

Wir sehen also, daß eine nur makroskopische Betrachtungsweise (Lage der Bronchien zu den Blutgefäßen), wie sie Aeby zuerst in genialer Weise durchführte und wie sie nun von so vielen Forschern nachgeprüft wurde, nicht dazu berechtigen kann, die Bronchien und die zugehörigen Lungenabschnitte durch die Säugetierreihe, geschweige denn durch die ganze Wirbeltierreihe hindurch im einzelnen miteinander zu homologisieren. Ja es erscheint fraglich, ob wir selbst einzelne größere Lungenabschnitte höherer Wirbeltiere als homolog bestimmten Lungenabschnitten niederer Wirbeltiere betrachten dürfen. Und dies kann als eine weitere Bestätigung der im vorausgehenden Kapitel über die Homologie der Lungeneinheit gewonnenen Resultate betrachtet werden.

Dipnoi.

Kehlkopf: Über den Dipnoerkehlkopf vergleiche oben p. 138f. im Abschnitt Schwimmblase, Kapitel Ganoiden, und die p. 132f. und p. 134f. im Abschnitt: Beziehungen der Schwimmblase zur Lunge wiedergegebenen

Darlegungen von WIEDERSHEIM *03*, *04a* und *04b*, ferner die Schilderung des Protopteruskehlkopf durch GÖPPERT *04a* oben p. 133f. im Abschnitt: Beziehungen der Schwimmblase zur Lunge.

Lungen: / Die Lungen der Dipnoer besitzen an ihrer Innenfläche ein System netzartig verbundener, polygonale alveoläre Maschen umschließender Leisten, welche ähnlich wie in der Schlangenlunge vorn zu der komplizierten Bildung sekundärer, auch den Seitenwandungen der Hauptluftzellen aufsitzender Alveolen zusammentreten, während sie hinten den Luftsackwandungen unmittelbar aufsitzen. Als Grundlage der Lunge von Lepidosiren (wie bei Amphibien) erscheint ein mit großen sternförmigen Pigmentzellen durchsetztes, faseriges Bindegewebe. In den nach innen vorspringenden Leisten finden sich derbe Züge glatter Muskulatur, welche besonders in der Nähe der freien Ränder stark entwickelt, im allgemeinen mit der Höhe der Septa an Umfang zunehmen. An der Innenfläche der Alveolenwandungen und den niederen Grenzleisten breitet sich ein respiratorisches Kapillarnetz aus, dessen rundliche Maschen den Kapillardurchmesser kaum an Breite übertreffen. Gedeckt wird dasselbe von einer einfachen Lage großer platter Epithelzellen, welche ähnlich wie bei den Amphibien und Reptilien kurze, kernhaltige Fortsätze in die Kapillarmaschen hinabragen lassen. / (F. E. SCHULZE *71*.)

Über Blutgefäße der Lunge bei Ceratodus und Protopterus ist auf BOAS *80* zu verweisen.

/ Bei den Dipnoern (auch beim Polypterus) ist der Luftapparat immer eine Schwimmblase, deren Entwicklung vom Pharynx ausgeht und welche von einem Flimmerepithel, einer Fortsetzung des Mundhöhlenepithels ausgekleidet wird. Aber dieses Divertikel ist doppelt, seine Wände sind alveolär, es mündet am Pharynxgrund mit einer Art von Glottis. Es erhält endlich einen Zweig der Kiemengefäße. Bei Lepidosiren nähert sich das Organ noch mehr der Lungenzusammensetzung. Jeder Sack erhält einen Zweig der Kiemenarterie, welcher sich direkt verteilt, sich in auf der Alveolarwand dichtgedrängte Kapillaren auflöst und eine ausführende Vene entstehen läßt, welche das oxydierte Blut zurückbringt. Außer der Epithelanordnung ist dieses Organ eine Lunge, wie es CUVIER vorhergesehen hatte. Bei den Dipnoern zeigt die typische respiratorische Oberfläche ihre volle Entwicklung im Niveau desjenigen Organes, dessen respiratorische Funktion die vorwiegende ist, und dies ist hier noch die Kiemenatmung, während die Luftatmung unvollständig ist und nur vikariierend und in Intervallen eintritt. / (RENAUT *97*.)

/ SPENCERS Befunde berechtigen, die ganze Lunge von Ceratodus mit dem zentralen Hohlraum und den seitlichen Ausbuchtungen von Protopterus zu homologisieren und die übrigen Bildungen in der Lunge des letzteren als Weiterbildung zu betrachten, welche bei Ceratodus noch nicht zur Ausbildung gelangt sind. Diese Bildungen sind 1. eine Reihe von mehr oder weniger röhrenförmigen Hohlräumen, deren Wandungen von Muskelfasern gebildet werden. Dieselben kommunizieren mit 2. kleineren röhrenförmigen Hohlräumen und in diese öffnen sich 3. verzweigt angeordnete kleinste Kammern (s. Fig. 98—100 auf p. 234, sowie **Taf. I, Fig. 1**). Die Lunge von Ceratodus ist wahrscheinlich derjenigen von Lepidosiren sehr ähnlich und steht auf einer viel tieferen Entwicklungsstufe als die von Protopterus.

Die Untersuchungen SPENCERS über die Lungen von Ceratodus und Protopterus sind insofern von allgemeinerem Interesse, als sie zeigen, daß wir bei der Vergleichung der verschiedenen Lungenteile bei verschiedenen

Wirbeltieren (Alveolen, Atrium etc.) sehr vorsichtig sein müssen (vergl. oben p. 199). Wie SPENCER dartut, sind z. B. Alveolen der Lunge des Frosches und der Säugetiere nicht streng homolog. / (SPENCER *98.*)

Eine Homologie kann, wie ich oben p. 205 ausgeführt habe, immerhin darin gefunden werden, daß demjenigen Teil des Vorderdarmes, aus welchem die Lunge hervorgeht, die Eigenschaft, respiratorisches Epithel zu bilden, allgemein und ursprünglich zukommt. Insofern ist schließlich eben jede respiratorisches Epithel führende Alveole der anderen homolog, mag ihrer Entwicklung eine noch so große oder noch so kleine Spezialisierung der Lunge und des Bronchialbaumes vorhergehen.

/ Da jedoch die Sache von großer Wichtigkeit ist und für weitere Untersuchungen eine Grundlage bildet, so gebe ich die ganze Stelle nach SPENCER wieder: In seinen wertvollen Untersuchungen über die Struktur der Lungen hat MILLER es versucht, die verschiedenen Teile der Lunge, wie sie bei den verschiedenen Wirbeltieren entwickelt sind, zu homologisieren. Es scheint SPENCER jedoch, daß, obwohl natürlich eine allgemeine Ähnlichkeit vorhanden ist, man nicht eigentlich den Ausdruck Luftzellen oder Alveolen auf irgend einen Teil, beispielsweise der Froschlunge anwenden darf, wenn man dabei im Sinne hat, anzudeuten, daß dieselbe streng homolog derjenigen Bildung ist, die bei Säugetieren so genannt wird.

MILLER sagt z. B.: Bei einigen Eidechsen (Heloderma suspectum) ist die zentrale Höhle in mehrere kleine Abteilungen geteilt. Diese kleineren Höhlen oder Luftsäcke sind wieder in Luftzellen geteilt, gerade so, wie es in der Froschlunge der Fall ist. Nun kann nach SPENCER wenig Zweifel darüber herrschen, daß der zentrale Hohlraum und die lateralen Buchten in der Lunge von Ceratodus, ebenso wie ihre weiteren Unterabteilungen, die durch die Septa gebildet werden, im genauen Sinne des Wortes homolog sind mit dem zentralen Hohlraum und den lateralen Buchten bei Protopterus und gleichzeitig mit dem zentralen Lumen und den seitlichen Auftreibungen, welche durch Septen aufgeteilt sind, beim Frosch und bei Heloderma. Wenn die Namen Luftsack und Luftzelle (Alveole) auf diese angewendet werden sollen, womit haben wir dann die kleinen, verzweigt angeordneten Hohlräume in der Protopteruslunge zu homologisieren, die augenscheinlich weitere Differenzierungen sind und sich in den einfachen Lungen nicht finden. Ferner bemerkt MILLER, wenn er von der Säugetierlunge spricht, daß sich das Atrium vom Vestibulum dadurch unterscheiden läßt, daß glatte Muskelfasern mit in die Wand des ersteren eintreten. Diese Unterscheidung wird sich aber kaum aufrecht erhalten lassen für die Bildung, welche er bei Krokodilen und Vögeln als Atrium bezeichnet. Im ganzen ist es vielleicht am sichersten, ganz davon abzusehen, die einzelnen Teile der Lunge bei allen Formen von Wirbeltieren im Detail zu homologisieren. In allen Gruppen, von den Dipnoern und Amphibien an aufwärts, ist zwar eine gewisse fundamentale Übereinstimmung vorhanden, aber in den höher entwickelten Lungen jeder verschiedenen Gruppe ist die Spezialisation so weit gediehen, daß es unmöglich ist, die einzelnen Elemente zu homologisieren. Bei Protopterus z. B. kann man sehen, daß ebensoviele verschiedene Teile vorhanden sind, welchen man besondere Namen geben könnte, als in der Lunge der Säugetiere. Angenommen, wir fangen damit an, die verzweigten Kammern oder Luftzellen Alveolen zu nennen, so öffnen sich diese in Lufträume, diese wieder in kleine röhrenförmige Hohlräume, die wir naturgemäß, wenn wir die Homologie fortsetzen,

Atrium benennen müssen. Aber nun befinden sich glatte Muskelfasern in den Wandungen der letzteren, und wir können ihnen deshalb, streng genommen, diesen Namen nicht geben. Dasselbe trifft auf die noch übrigen Teile zu. Was tatsächlich der Fall zu sein scheint, ist, daß bei Protopterus eine erhebliche Differenzierung der Lunge stattgefunden hat, größer als bei irgendwelchen Amphibien, und daß diese zur Bildung eines ziemlich komplizierten Organes geführt hat, in welchem fünf verschiedene Elemente unterschieden werden können. Von diesen Elementen hat dasjenige, welches wir als das fünfte bezeichnen können, in seinem allgemeinen Aussehen und in seinen Beziehungen eine bemerkenswerte Übereinstimmung zu dem Terminalgebilde der Säugetierlunge, der sogenannten Luftzelle oder Alveole, obwohl beide Bildungen in ihrem histologischen Bau sich sehr voneinander unterscheiden./ (SPENCER *98*.)

/ Bei den Dipnoern vollzieht sich die Lungenatmung nicht durch einen Schluck-, sondern durch einen Saugmechanismus. Sie blieben also bei der Luftatmung dem Mechanismus ihrer Wasseratmung im wesentlichen treu./ (E. GAUPP *96*.)

Ceratodus Forsteri.

/ Die Lunge kann aufgefaßt werden als einheitlich mit symmetrischer Anordnung im Innern, oder als zwei Lungen, welche in einen einzigen Sack ohne irgend eine Spur eines Septums konfluieren. GÜNTHER beschreibt die Lunge, besonders auch die Kammerbildung im Innern eingehend makroskopisch. Die rechte Hälfte führt durch einen sehr kurzen Gang in eine Glottis an der ventralen Seite des Oesophagus, etwas rechts von der Medianlinie. Ceratodus kann entweder durch Kiemen, oder durch die Lunge allein, oder durch beide gleichzeitig atmen. / (A. GÜNTHER *72*.)

/ Wie schon GÜNTHER beschrieben hat, hat die Lunge von Ceratodus Forsteri ihren Ursprung an der Ventralseite des Oesophagus, ein wenig rechts von der Medianlinie. Indem sie sich von hier rechts wendet, kommt sie dorsal vom Darmkanal zu liegen. Hier ist sie in ihrer ganzen Länge durch einen Streifen fibrösen Bindegewebes, in welchem die Aorta liegt, an die Wirbelsäule angeheftet. Im größeren Teile ihrer Länge ist sie durch ein medianes Mesenterium an der Dorsalwand des Verdauungskanales befestigt. Die mittleren ventralen und mittleren dorsalen Abschnitte der Lungenwand sind dicker und sehen derber aus als die Seitenteile und sie entbehren des deutlich markierten Netzwerkes von Blutgefäßen, welches sich an der letzteren befindet. Auf diese Weise zeigt die Lunge, obwohl sie ein einheitliches inneres Lumen besitzt, die deutliche Andeutung einer Teilung in eine rechte und eine linke Hälfte. Bekanntlich ist diese Teilung bei Protopterus vollständig durchgeführt. Bei Ceratodus sind die beiden seitlichen Hälften der Lunge je in eine Reihe von Buchten geteilt, deren Oberfläche von einem Netzwerk von feineren Septen bedeckt ist. Die ganze innere Oberfläche einschließlich der größeren Septen, welche die Seitenbuchten abgrenzen, und einschließlich der kleineren, welche ein Trabekelsystem überall auf den Wänden der letzteren bilden, ist mit einem reichen Netzwerk von feinen Kapillaren bedeckt. Jede Seitenbucht ist durch die Septen zweiter Ordnung in ein Netzwerk von kommunizierenden Hohlräumen geteilt, die keine bestimmte Größe und Form besitzen. Die Septen, ebenso wie die äußere Wand der Lunge bestehen aus glatten Muskelfasern und Bindegewebe. Die ganze innere Oberfläche der Lunge ist von einer einfachen Lage flacher

Zellen bedeckt, die sich in allen Teilen der Lunge durchweg gleich bleiben. (SPENCER *98.*)

Die Lunge von Ceratodus entwickelt sich nach SEMON (Normentafel zur Entwicklungsgeschichte des Ceratodus Forsteri, KEIBELS Normentafeln zur Entwicklungsgesch. d. Wirbelt. H. 3, 1901) als ventrale Knospe des Schlunddarms. Die dorsale Lage der Ceratoduslunge ist also nicht primitiv. / (WEBER und BUVIGNIER *03e.*)

Protopterus.

/ Die Trachea von Lepidosiren annectens ist ein kurzes, weites, membranöses Rohr, wie bei den Perennibranchiaten. OWEN beschreibt den zelligen Bau der Lunge. Die Lungenzellen (Räume) sind am größten und am meisten wieder geteilt im vorderen Viertel der Lunge. Der zellige Bau stimmt mit dem der Schlangenlunge überein. / (OWEN *40.*)

Die Lungen von Protopterus annectens erhalten eine Peritonealdecke an der Ventralseite ihrer Vorderhälften, sie liegen aber in ihrer hinteren Hälfte gänzlich frei vom Peritonealsack. / (AYERS *85.*)

/ Bei Protopterus dient der breite Ruderschwanz als Atmungsorgan. Dieser zeigt an der Stelle, wo er den Kopf schleierartig zu umhüllen beginnt, eine lebhaft rote Farbe, und diese beruht, wie schon die Untersuchung mit der Lupe zeigt, auf einer außerordentlich starken Blutfüllung sämtlicher Hautgefäße. Die Röte steigerte sich nach Abnahme der Kapselhülle noch beträchtlich. Damit sind für Protopterus drei Möglichkeiten der Respiration nachgewiesen. / (WIEDERSHEIM *87.*)

/ Vom Boden der Mundhöhle führt bei Protopterus annectens eine Art Glottis in einen kurzen Luftkanal, der kaum den Namen einer Trachea verdient; viel eher ist er mit dem häutigen Ductus pneumaticus gewisser Fische zu vergleichen. Er liegt rechts vom Oesophagus und senkt sich in den vordersten unpaaren Abschnitt der Lunge hinein. Nach vorne vor der Glottis liegt eine längliche faserknorpelige Platte.

Der unpaare Lungenabschnitt ist von zahlreichen, von der Wand einspringenden Trabekeln durchwachsen und besitzt infolgedessen ein spongiöses Gefüge. In dem durch die ganze Körperhöhle sich erstreckenden paarigen Lungenteil existiert keineswegs jene Vergrößerung der Respirationsfläche, sondern es ist hier ein durchgehendes zentrales Lumen vorhanden.

Im unpaaren Lungenabschnitt liegt ventralwärts ein mächtiges lymphoides Organ, von welchem aus man zahlreiche Leukocyten in das Innere der maschigen Räume einwandern sieht. / (PARKER *89.*)

/ Der Lungenapparat bei Protopterus annectens gleicht im ganzen mehr der Schwimmblase und ihren Ausführgängen gewisser Ganoiden als den Lungen und der Laryngotrachealkammer der Amphibien. / (PARKER *91.*)

/ PARKER gibt eine eingehende makroskopische Beschreibung der Lunge von Protopterus annectens. Die Lungen sind zarte hohle Säcke, nicht unähnlich denjenigen der Schlangen; ihre Innenwände zeigen ein unregelmäßiges Netzwerk von Balken. Im paarigen Teil ragen diese Balken nur eine kurze Strecke ins zentrale Lumen, während vorn, im unpaarigen Teil, die Trabeculae weiter einwärts reichen und miteinander anastomosieren, so daß sie ein schwammähnliches Maschenwerk bilden, in welchem ein bestimmtes zentrales Lumen nicht mehr länger erkannt werden kann. In dieser Beziehung sind die Protopteruslungen viel höher

differenziert als diejenigen der Amphibien. Ihre Wände werden nach hinten allmählich dünner.

Die Epithelauskleidung der Lungen bei Protopterus besteht aus einem einzigen Blatt von etwas platten Zellen, mit welchem das Blutgefäßnetzwerk im darunterliegenden Bindegewebe in nahe Beziehung kommt. Massen glatter Muskelzellen und zahlreiche Pigmentzellen sind im Bindegewebe vorhanden.

Es ist zweifellos, daß die Atemtätigkeit der Lungen sehr wichtig ist, sowohl während des tätigen als im starren Verhalten, die Kiemen allein sind wahrscheinlich unzureichend zur Luftversorgung des Blutes. / (PARKER *92.*)

Fig. 98. Fig. 99. Fig. 100.

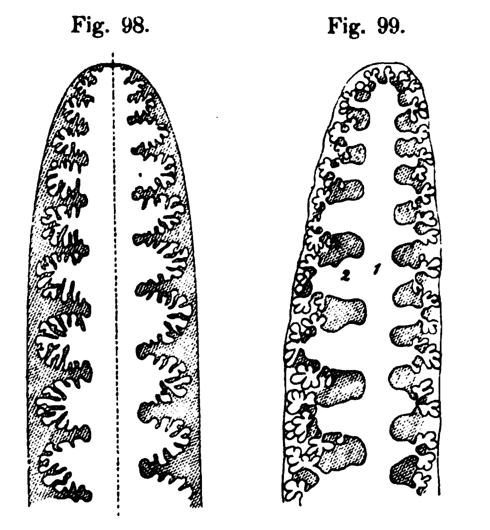


Fig. 98. **Ceratodus.** Fig. 99. **Protopterus.** Fig. 100. **Protopterus.** Die Figuren 98, 99 und 100 werden als Diagramme den Bau der Lunge von Ceratodus (Fig. 98) und Protopterus (Fig. 99 und 100) erläutern. Die punktierte Linie durch die Mitte von Fig. 98 soll andeuten, daß nur die Hälfte der Figur dem Lungenbild von Protopterus, das in Fig. 99 abgebildet ist, äquivalent ist. Die Zahlen 1—2 und 1—5 bezeichnen die verschiedenen Elemente, aus welchen die Protopteruslunge zusammengesetzt ist. (Nach SPENCER *98.*)

/ R. DUBOIS beschreibt die Physiologie der Atmung des Protopterus. Bezüglich der Anatomie der Lungen macht er folgende Angaben. Wenn das Tier durch die Rückkehr des Wassers von seiner Hülle befreit wird, dringt das Wasser in die Kiemenhöhle ein, während sich die Lunge retrahiert. Diese Retraktion ist nicht eine rein passive. Durch eine oder mehrere hastige Reflexbewegungen wird die in der Lunge enthaltene Luft ausgestoßen und das Organ zeigt in diesem Zustand das Aussehen der Lunge eines Neugeborenen vor der Geburt. Diese Kontraktion erfolgt durch glatte Muskelfasern in den Wänden der Lungenhöhle, deren Anwesenheit (gegen C. VOGT) leicht zu konstatieren ist. / (DUBOIS *92.*)

/ Bei Protopterus annectens ist im Gegensatz zu Ceratodus die Teilung der Lunge in zwei Hälften mit Ausnahme des allervordersten Abschnittes vollständig. Die Wandung der Glottis ist durch eine faserknorpelige Platte ausgesteift. HOWES (Proc. Zool. Soc. 1887, p. 501) hat auf Beziehungen derselben zu einer Epiglottis aufmerksam gemacht. In dem paarigen Abschnitt sind die Wände von einem Netzwerk von leistenförmigen Erhebungen bedeckt, zwischen welchen sich Öffnungen finden. Dieselben führen in Höhlungen, welche sich in ihrem Bau von allem unterscheiden, was bei Ceratodus gefunden wird.

Die leistenförmigen Erhebungen bestehen hauptsächlich aus glatten Muskelfasern mit einer gewissen Menge von fibrösem Bindegewebe. Jede der Aushöhlungen öffnet sich wieder in eine Reihe von rundlichen Kammern. Die Oberfläche der Erhebungen, wie des zentralen Hohlraumes, wie der Seitenbuchten sind mit einem abgeflachten Epithel bedeckt, ähnlich demjenigen, welches die ganze innere Oberfläche der ganzen Ceratoduslunge auskleidet. In den verzweigten Kammern sind die Zellen statt abgeflacht zu sein, groß und rundlich und ragen mit ihren abgerundeten Enden in das Lumen hinein, siehe Fig. 98, 99 und 100 und **Taf. I, Fig. 1.** Zwischen den Zellen liegt eine große Menge eosinophiler weißer Blutkörperchen. Die roten Blutkörperchen zeigen, wie gewöhnlich, einen gelblichen Farbenton. Im größten Teil der Lunge findet sich kein Muskelgewebe außen von den verzweigten Kammern, so daß die ganze äußere Oberfläche mit stumpfen abgerundeten Vorsprüngen bedeckt ist, die jenen Kammern entsprechen. Auf ihnen kann man die verzweigten Blutgefäße sehen. Ihr Lauf ist oft durch punktierte Linien von Pigmentzellen bezeichnet. In den hinteren Abschnitten der Lunge sind die Muskelfasern auf der Oberfläche mehr entwickelt, und hier treten die verzweigten Kammern an Zahl sehr zurück. / (SPENCER *98.*)

Lepidosiren.

/ Die Lunge von Lepidosiren paradoxa ist bei weitem vollkommener ausgebildet als die Kiemen. Kehlkopfknorpel fehlen vollständig, auch die Luftröhre besitzt keine Knorpel. Die Luftröhre erweitert sich, ohne sich in zwei Bronchien zu teilen, in die gemeinschaftliche Anfangshöhle der Lungen, die sich sodann erst teilt und in die beiden langen Luftsäcke fortsetzt. Die Lungen selbst sind ziemlich dickwandig und zeigen inwendig ein ziemlich enges Maschengewebe, welches noch dichter und entwickelter ist als bei Salamandra maculata. Zur Lunge gehen die zwei hintersten Bogen des Herzens als Lungenarterien und eine Lungenvene führt das Blut in den linken Vorhof des Herzens zurück. Bestimmt erklärt BISCHOFF, daß dieses Organ Lepidosiren als Lunge dient und fast ausschließlich die Atmung vollzieht. / (BISCHOFF *40.*)

/ HYRTL beschreibt die Atmungsorgane (Lungen und deren Gefäße, Kiemen) von Lepidosiren paradoxa eingehend makroskopisch.

Die Lungen übertreffen bedeutend die verkümmerten Kiemen. Die innere Oberfläche beider Lungensäcke zeigt „ein Netz von Fleischbalken, deren Verkettung an die Musculi pectinati einer menschlichen Herzensvorkammer erinnert“. Über den feinern Bau dieser „Fleischbalken“ sagt HYRTL nichts. / (HYRTL *45.*)

/ EHLERS beschreibt, die Darstellung HYRTLs ergänzend, makroskopisch die Lungen und deren Gefäße bei Lepidosiren articulata. / (EHLERS *95.*)

Amphibia.

Für die makroskopische vergleichende Anatomie der Atmungs- und Stimmorgane der Amphibien verweise ich auf die Lehrbücher und Spezialwerke der vergleichenden Anatomie, so auf folgende Stellen: CUVIER *10*, p. 175 f., MECKEL *18*, MECKEL *33*, p. 230 ff., CARUS *34*, p. 586 ff., LEREBOULLET *38* (gibt auch ein Literaturverzeichnis), STANNIUS *46*, p. 224 ff., STANNIUS in SIEBOLD und STANNIUS *56*, p. 197 ff., MILNE EDWARDS *57*, Bd. II, p. 303 ff., NUHN *78*, p. 137 ff., und die neueren Werke von GEGENBAUR *01* und WIEDERSHEIM *02*.

Die makroskopische vergleichende Anatomie des Kehlkopfs der Amphibien und Reptilien bringt das berühmte Werk von HENLE *39* in Wort und Bild zur Darstellung, besonders die Knorpel der Respirationsorgane, die Muskeln der Stimmlade, die Stimmbänder der Amphibien.

OWEN *66* (Bd. I) gibt eingehende makroskopische Beschreibungen von den Lungen der Amphibien p. 521 ff. und vom Larynx der Amphibien p. 527 ff.

Über die makroskopische vergleichende Anatomie der Atmungsorgane der Amphibien, vergl. ferner C. K. HOFFMANN (1873—1878) in BRONN, *unvoll.* Bd. 6, Abt. 2, p. 514 ff. und zwar Kehlkopf und Trachea p. 515 ff., Muskeln der Luftröhre 520 ff., Stimmbänder 524 ff., Lungen p. 526 ff., Atemmechanismus p. 529.

/ Während bei Dipnoern die Luftatmung unvollständig ist und nur vikariierend und in Intervallen eintritt, wechselt dies bei perennibranchiaten Amphibien (Proteus, Siren, Axolotl) und die respiratorische Oberfläche mit allen ihren typischen Charakteren baut sich im luftatmenden Apparat aus: große Kapillargefäße mit engen Maschen, interkapilläre Grübchen, Epithel (RENAUT nennt es Endothel), dessen Kerne und protoplasmatische Körper in den Grübchen liegen und dessen dünne oberflächliche Platten allein die Gefäße überdecken. Die Lungen sind gebildet. / (RENAUT *97.*)

/ Die Amphibien nehmen eine Sonderstellung gegenüber allen anderen Wirbeltieren ein. Wie der Mechanismus ihrer Lungenatmung ein wesentlich verschiedener ist von dem der anderen luftatmenden Wirbeltiere, so ist der Mechanismus ihrer Kiemenatmung im Larvenleben ein ganz anderer als der der Fische. Mit ihrem Druckpumpenmechanismus stehen sie allen anderen Wirbeltieren gegenüber, deren Atmung sich vermittelst eines Saugpumpenmechanismus vollzieht, und von denen, wie dies HEINEMANN gezeigt hat, nur noch die Saurier sich daneben auch des alten, von den Amphibien überkommenen, Schluckmechanismus zur Atmung bedienen können. / (E. GAUPP *96.*)

/ Die vierte Auflage des WIEDERSHEIMschen *98* Grundrisses enthält folgenden, am Ende mit E. GAUPP gezeichneten Passus über den Atmungsmechanismus der Amphibien. Beim Frosch würde es sich danach folgendermaßen verhalten. Da Rippen und Zwerchfell fehlen, so können die Lungen nicht durch Ansaugen mit Luft gefüllt werden. Anstatt eines Saugmechanismus besteht ein Druckmechanismus. Bei gewöhnlicher Atmung finden alle Respirationsbewegungen des Frosches bei festgeschlossenem Munde statt, wobei der Tonus der in den Lippensäumen vorhandenen glatten Muskulatur sicherlich eine Rolle spielt. Die Luft streicht hierbei nur durch die Nasenlöcher hin und zurück. Dies geschieht bei geschlossenem Aditus laryngis, offenen Nasenlöchern und unter Bewegungen der Kehlgegend. Letztere schaffen also keine Luft in die Lungen, sind also von der eigentlichen Lungenatmung unabhängig. Sie stehen vielmehr im Dienst einer Mundrachenhöhlen-Respiration. Daneben bestehen aber eigentliche Atembewegungen, welche die Luft in die Lungen pumpen, und welche sich je nach Bedürfnis in unregelmäßigen Intervallen vollziehen. Man kann diese Atembewegungen des Frosches in drei Phasen zerlegen:

a) Aspiration, die Aufnahme von Luft durch die geöffneten Nasenlöcher in die bezüglich ihrer Blutversorgung ähnlich wie bei lungenlosen Urodelen sich verhaltende Mundrachenhöhle, durch Erweiterung derselben bei geschlossenem Aditus laryngis.

b) Exspiration eines Teiles der in den Lungen enthaltenen Luft bei geöffnetem Aditus laryngis, hauptsächlich durch Kontraktion der Bauchmuskeln.

c) Inspiration, die unmittelbar auf die Exspiration folgt. Durch Verengerung der Mundrachenhöhle bei geschlossenen Nasenlöchern und geöffnetem Aditus laryngis wird in dieser Phase die Luft aus der Mundrachenhöhle in die Lungen gepreßt.

Der Atmungsmodus der lungenatmenden Salamandrinen ist der des Frosches wesentlich gleich./ (WIEDERSHEIM *98.*)

Epithel: Das Flimmerepithel der Schleimhaut des respiratorischen Apparates der Amphibien ist schon den älteren Autoren bekannt, so z. B. LEYDIG *53a*, STANNIUS *56.* p. 198.

/GEGENBAUR beschreibt zuerst die im Flimmerepithel vorkommenden Becherzellen folgendermaßen: Bei Rana esculenta und in noch mehr überraschender Weise auch bei Tritonen (Tr. Wurfbainii) finden sich zwischen den Wimperzellen in der Froschlunge viel spärlicher andere Zellen, deren oberer Abschnitt eine Masse dicht gedrängter, gleichgroßer Körnchen enthält, die in ganz spärliche formlose Grundsubstanz eingebettet sind. Der tiefere Abschnitt dieser Zellen enthält nur wenig Protoplasma und den großen, länglichen Kern. In den Körnchen sieht GEGENBAUR ein Sekret und in den Zellen einen Sekretionsapparat. Dieselben sind analog der von LEYDIG in der Epidermis von Fischen nachgewiesenen Schleimzellen. Diese Zellen der Amphibienlunge lassen sich zwischen den gewöhnlichen Sekretzellen vieler Drüsen und den sogenannten einzelligen Drüsen der Wirbellosen am besten einordnen./ (GEGENBAUR *63.*)

/Das Epithel der Luftröhrenschleimhaut ist bei Amphibien sehr reich an Becherzellen. Gewöhnlich kommt auf 4—6 Flimmerzellen eine Becherzelle. Besonders nach Behandlung mit Osmiumsäure tritt grobkörnige Beschaffenheit im oberen Teil der Becherzelle sehr deutlich hervor./ (C. K. HOFFMANN (1873—1878) in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, Abt. 2.)

Über das respiratorische Lungenepithel siehe unten.

Stimmlade (Kehlkopf) der Amphibien.

/Die Stimmlade der Amphibien enthält zwischen ihrer äußeren Haut und der sie inwendig auskleidenden, mit einem Flimmerepithelium versehenen Schleimhaut stets Knorpelstückchen.

Die Cartilagines laryngotracheales hören bei Pelobates, Bombinator, Rana, Hyla (nach HENLE) vor dem Ursprunge der Lungen auf, ohne über die unpaare Eingangshöhle des Respirationsapparates hinaus sich zu erstrecken, bei Bufo palmarum, Bufo cinereus, Pseudes setzen sie sich an den sehr kurzen, etwas verengten Hals jeder Lunge, bei Engystoma setzen sie sich bis über die Mitte des Lungensackes nach abwärts fort. Lang ausgezogen und selbst zum Teil mit diskreten Knorpelbogen versehen sind die Bronchi bei Xenopus und Pipa./ (STANNIUS *46.*)

/WILDER gibt eine eingehende Schilderung der Knorpel und Muskeln des Amphibienkehlkopfes./ (H. H. WILDER *96b.*)

/GÖPPERT *98* faßt das Hauptergebnis der verschiedenen Untersuchungen über den Kehlkopf der Amphibien dahin zusammen, daß das gesamte primäre Laryngo-Trachealskelett, d. h. das Arytänoid, das Cricoid und die Tracheal- bez. Bronchialringe vom siebenten Visceral- (fünften Kiemen-) Bogen abstammen, und daß die Kehlkopfmuskeln der Muskulatur desselben Bogens ihren Ursprung verdanken./ (GÖPPERT *98.*)

/ GÖPPERT gibt eine eingehende makroskopische (soweit es bei der Kleinheit der einschlägigen Verhältnisse nötig war, wurden die Resultate makroskopischer Untersuchung durch die Prüfung von Schnittserien bestätigt) Schilderung der Kehlkopfmuskulatur der Amphibien und findet als Hauptresultat: Die Kehlkopfmuskeln sind von zwei Pharynxmuskeln, dem Dorsopharyngeus und dem Hyopharyngeus abzuleiten. Es ließ sich dabei zeigen, daß sowohl der Dilatator wie der Konstriktor laryngis in ihrem ursprünglichen Verhalten noch unzweideutige Beziehungen zur Pharynxmuskulatur zeigen. Sie beeinflussen hier nicht nur das Lumen des Kehlkopfes, sondern gleichzeitig das des Pharynx, nehmen also eine Zwitterstellung zwischen Pharynx- und Kehlkopfmuskeln ein. Von diesem Zustand aus entwickelte sich erst eine Muskulatur, die dem Kehlkopf ausschließlich angehörte und damit gleichzeitig zur höheren Leistung für das Organ befähigt war, als es bei dem primitiven Verhalten der Fall sein konnte. — Für den Gang der phyletischen Entwicklung der Kehlkopfmuskulatur ergibt sich also aus GÖPPERTS Untersuchung, daß ganz allmählich Teile der Schlundmuskulatur ihre primitive Anordnung und Wirkungsweise aufgaben zu gunsten einer neu erworbenen und sich weiter ausbildenden Beziehung zu den Luftwegen und daß auf diesem Wege schließlich reine Kehlkopfmuskeln aus Pharynxmuskeln sich entwickelten. / (GÖPPERT *94 b.*)

Stimmband.

Über das Fehlen des Stimmbandes bei zahlreichen Amphibien und Reptilien macht MECKEL *33*, p. 438 f. offenbar nur auf makroskopischer Untersuchung beruhende Angaben.

/ „Stimmbänder fehlen den geschwänzten, nackten Reptilien, dagegen kommen dünne, häutige, selten ein kleines Knorpelchen enthaltende (bei Microp. Bonaparti nach HENLE, bei Bufo Lazarus nach MAYER), vorn und hinten an die Cartilagines arytaenoideae befestigte Stimmbänder bei den meisten ungeschwänzten Batrachiern vor, welche den Ligamenta vocalia inferiora der Säugetiere entsprechen.“ / (STANNIUS *46.*)

/ Das Stimmband ist beim Frosch konstant flimmerlos. / (LEYDIG *53a.*)

/ Nach Ausnahme von Pipa und Dactylethra fehlen die eigentlichen, den Ligamenta vocalia inferiora der Säugetiere entsprechenden Stimmbänder bei keinem einzigen Repräsentanten der Anuren. Immer aber sind sie vorn und hinten an der Cartilago arytaenoidea befestigt und nur selten erreichen sie die Cartilago cricoidea. Dadurch unterscheiden sie sich von den Stimmbändern der Säugetiere, die vorn nur an die Cart. thyreoidea angeheftet sind. Sie sind dünn, häutig und durch die natürliche Elastizität des Knorpels gespannt.“ Bei den meisten Anuren kommt ein zweites Paar (Ligamenta vocalia infima) unterhalb der soeben beschriebenen vor. / (C. K. HOFFMANN 1873—1878 in BRONN *unvoll.* Bd. VI, Abt. 2.)

Epiglottis.

/ HOWES konstatiert das Vorkommen einer Epiglottis bei folgenden Amphibien: Calyptocephalus gayi, Ceratophrys americana, Chiroleptes australis, Heleioporus albopunctatus, Leptodactylus pentadactylus, Hyla coerulea, Hyla dolichopsis, Hyla lichenata, Rana pipiens, und klein bei: Bombinator bombinus, Chiroleptes alboguttatus, junges Exemplar von Chiroleptes australis, Rana esculenta, Rana temporaria (vergl. auch die makroskopischen Abbildungen von HOWES). Nach HOWES zeigt dieser Befund, daß der Ursprung der typischen Säugerepiglottis bei Tieren ge-

sucht werden muß, welche niedriger stehen als die lebenden Eidechsen. Der Umstand, daß die Amphibienepiglottis bilateral symmetrisch ist, wenn nicht paarig, findet ihr Analogon in der durch HIS nachgewiesenen paarigen Anlage des Organs beim Menschen. / (HOWES *87*.)

/ GEGENBAUR, wenn er sich auch fürs erste den Deduktionen von HOWES anschließt, insoweit sie jene Gebilde als „Vorstufen" einer Epiglottis darstellen, weist jedoch auf zwei Divergenzpunkte hin. Erstens fehlt der Anurenepiglottis jegliches Stützgebilde, es sind reine Produkte der Schleimhaut, zweitens sind sie nur im Bereiche der Anuren vorhanden und werden bei den Urodelen vermißt. / (GEGENBAUR *92*, p. 3.)

/ KALLIUS hat später gezeigt, daß die von HOWES herangezogene Vorstellung einer paarigen Anlage der Epiglottis beim Menschen (HIS) irrig ist. Damit fällt dieser Vergleichspunkt zwischen den Erhebungen des Anurenkehlkopfes und der Säugerepiglottis weg, und von einer Homologisierung beider miteinander wird man füglich Abstand nehmen müssen. Von Interesse bleiben die HOWESschen Funde aber doch, denn sie zeigen, daß der Teil der Umrandung des Aditus laryngis, dem die Epiglottis der Säugetiere angehört, schon sehr früh die Ausgangsstelle besonderer Differenzierungen geworden ist. / (GÖPPERT *01*, p. 6.)

Lunge der Amphibien.

/ MECKEL unterscheidet in der Lunge der Amphibien (und Reptilien) eine zarte Schleimhaut, eine dicke äußere, sie umgebende seröse Haut, und ein zwischen beiden befindliches, nach innen vorspringendes und mehr oder weniger unregelmäßig vertiefte, nach der Höhle der Lunge offene Räume (Zellen) bildendes, faserig-knorpliges Gewebe, in welches sich die Luftröhrenknorpel fortsetzen. Bei den geschwänzten Batrachiern, mit Ausnahme der Erdsalamander, fehlt dieses Gewebe und die durch dasselbe gebildeten Zellen ganz, und die Lunge ist daher hier in ihrer ganzen Ausbreitung so unvollkommen, als bei den höheren Geschlechtern in ihrem hinteren Teile gebildet. Muskelfasern konnte MECKEL hier so wenig wie in der Luftröhre finden (vergl. dagegen unten die Angaben der späteren Autoren). MECKEL gibt über die Anordnung des zelligen Baues der Lunge bei Amphibien (und Reptilien) eine eingehende Detailbeschreibung, auf welche ich verweise. / (MECKEL *18*.)

/ Entgegen der allgemeinen Annahme, daß die einfache Lunge der Salamandridae eine glatte Innenfläche besitze, findet WILLIAMS, daß die Septa, welche bei Frosch und Kröte die Innenfläche in Zellen teilen, in rudimentärem Zustande aber unzweifelhaft in der Lunge des Triton (newt) bestehen. Sie sind durch durchschneidende Linien von Flimmercilien angezeigt. Sie koinzidieren kauptsächlich mit den Hauptzweigen der Blutgefäße. Bündel von elastischen Fasern laufen auch parallel mit den Gefäßstämmen. / (WILLIAMS *59*.)

/ Bei den Tritonen, Proteus und Menobranchus stellt jede Lunge nur eine einfache sackartige, innen völlig glattwandige Erweiterung des zuleitenden Luftröhrenastes dar. Die übrigen Ampibien besitzen durch Leisten gebildete Maschen verschiedener Abstufung an der Innenwand der Lunge. F. E. SCHULZE beschreibt die Maschen- und Septenbildung in der Lunge der Amphibien genauer. / (F. E. SCHULZE *71*.)

/ FANNY MOSERS Untersuchungen an Amphibienlungen haben gezeigt, daß ihre Struktur durchaus nicht eine so einfache, gleichartige ist, wie allgemein angenommen wird, und daß sich auch innerhalb dieser

Tierklasse eine allmähliche Komplizierung der Lunge geltend macht, von dem einfachen, glattwandigen Sack von Triton bis hinauf zur recht komplizierten und schon sehr an die Lungen der Reptilien erinnernden Lunge von Pelobates. Die Pelobateslunge zeigt klar, daß die Septen nicht (oder nur wenig) durch bronchipetales Einwachsen der Lungenwand, also durch den Prozeß der Septenbildung entstanden, sondern daß letztere einfach die Punkte der Wand sind, die der Ausbuchtung widerstanden haben. So zeigt ein Vergleich der Abbildungen von F. MOSER (siehe Fig. 54 und Fig. 52 in der Originalarbeit), daß in der mittleren Lungenpartie, wo die Muskulatur so mächtig und dadurch widerstandsfähig ist, im Gegensatz zur proximalen und distalen, der Zentralraum sich kaum erweitert hat, trotzdem beide Stadien im Alter ziemlich weit auseinanderliegen; nur die Lungenwand zwischen und hinter diesen festen Punkten konnte sich ausdehnen./ (MOSER *02*.)

/KÖNIGSTEIN (vergl. auch unten dessen spezielle Untersuchung der Kryptobranchuslunge) kommt zu dem Resultat, daß es physiologisch und anatomisch berechtigt ist, die Lunge der Amphibien in zwei funktionell verschiedene Abschnitte zu teilen, in den Binnenraum, der mangels einer respiratorischen Einrichtung für die Aufbewahrung und Leitung der Luft dient, und in die blutgefäßreichen, respirierenden Alveolen. In der Säugerlunge wäre der Binnenraum dem Bronchus, die Vorräume den Alveolargängen gegenüberzustellen. Die Identifizierung ergibt sich dann von selbst. Aus dieser Einteilung ist bereits die Bedeutung, welche KÖNIGSTEIN der glatten Muskulatur in der Amphibienlunge zumißt, ersichtlich. Das beschriebene Muskelbalkennetz ist zwischen den luftführenden Binnenraum und die peripher angeordneten Alveolen eingeschaltet und muß durch seine Kontraktion den Binnenraum verkleinern und bei geschlossenem Aditus laryngis die Luft aus diesem in die Alveolen drängen. Die Amphibien besitzen daher in der glatten Lungenmuskulatur einen Apparat, welcher ihnen die Verwendung der im Binnenraum angesammelten Luft ermöglicht.

Betreffend die Funktion glaubt KÖNIGSTEIN, daß die Lungenmuskulatur auch bei Reptilien, Säugern und Vögeln eine gleichartige Wirkung ausübt wie bei den Amphibien (partielle Verwendung der im Binnenraum angesammelten Luft)./ (KÖNIGSTEIN *03b*.)

Epithel. Über das Lungenepithel bei Amphibien, welches bei der Entdeckung des Lungenepithels überhaupt eine hervorragende Rolle spielte, vergl. oben im Kapitel Lungenepithel p. 168 ff., sowie die speziellen Angaben und Abbildungen in der nachfolgenden Besprechung der einzelnen Amphibien.

/F. E. SCHULZE sagt in seiner Schilderung des Lungenepithels bei Amphibien und Reptilien (siehe oben p. 182 und ebendort die Fig. 84): Hie und da begegnet man auch (besonders häufig in der Froschlunge) im Alveolenepithel rundlichen Gruppen von (10—30) mehr zylindrischen Zellen, welche zusammen eine größere Kapillarmasche erfüllen und zum Teil, den Becherzellen ähnlich, eine sekretorische Funktion zu haben scheinen.

Während nun die respirierenden Flächen der Amphibienlunge von dem beschriebenen Epithel gedeckt sind, werden die freien Ränder aller höheren Septen und Leisten, sowie die Innenfläche der Bronchusfortsetzung von einem im allgemeinen ziemlich niedrigen Flimmerzylinderepithel bekleidet, in welchem sich an einigen Stellen reichlich Becherzellen eingestreut finden./ (F. E. SCHULZE *71*.)

Das respiratorische Epithel der nackten Amphibien „hat mit dem respiratorischen Epithel der Säuger einige Ähnlichkeit und könnte bei oberflächlicher Betrachtung mit demselben verwechselt werden, wenn man — was wegen der größeren Dicke der Zellen an den kernhaltigen Stellen leicht geschehen kann — diese letzteren für selbständige Zellen hält. Bei den Reptilien verhält sich das respiratorische Epithel ganz ähnlich wie bei den Säugetieren". (v. EBNER *99*.)

Nicht nur bei oberflächlicher Betrachtung, wie v. EBNER, sondern besonders auch bei genauer Betrachtung komme ich zu dem Resultat, daß das respiratorische Epithel bei Amphibien, Reptilien und Säugetieren, ja selbst dem Menschen, im wesentlichen übereinstimmt, darin, daß die Zellen dieses Epithels überall aus einem kernhaltigen Abschnitt und aus einem platten, die Blutgefäße überbrückenden Teile bestehen.

Bindegewebe. Als histologische Grundlage des ganzen Lungengewebes findet sich bei allen Amphibien ein von feinen elastischen Fasernetzen durchzogenes, faseriges Bindegewebe, in welchem sternförmige, mit schwarzer, körniger Masse erfüllte Pigmentzellen bei Salamandra maculosa und vielen Fröschen sehr häufig vorkommen. (F. E. SCHULZE *71*.)

Die Lunge ist ohne Pigment bei Proteus, Siredon, Menopoma, Ceratophrys, Cystignathus und Bufo maculiventris.

Die Lunge ist pigmentiert bei unseren einheimischen Kröten, Fröschen und Landsalamandern. (LEYDIG *53a*.)

Unsere einheimischen Frösche, Kröten und Landsalamander haben reichlich pigmentierte Lungen. (LEYDIG *57*, p. 376.)

An den Lungen mancher Batrachier (Proteus z. B.) sitzen außen viele Fettzellen an. (LEYDIG *57*. p. 375.)

Muskulatur. Der Amphibienlunge kommt allgemein glatte Muskulatur zu. LEYDIG *53a* vermißte die glatten Muskelfasern bei Triton, Menopoma und Proteus. Dieselben wurden jedoch nachgewiesen bei Triton durch H. MÜLLER *61*, bei Menopoma durch EBERTH *63* und bei Proteus durch OPPEL *89*.

KÖLLIKER (Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. I, p. 61) fand in der Froschlunge sehr zahlreiche stärkere und feinere, evident aus glatten Muskelfasern zusammengesetzte Balken. (H. MÜLLER *61*.)

LEYDIG konstatiert 1853, daß bei Amphibien die Lungen häufig eine sehr ausgeprägte glatte Muskulatur haben (Frosch, Landsalamander). Hingegen gab LEYDIG damals REICHERT (MÜLLERS Archiv 1846) vollkommen recht, der jede Spur von Muskulatur in der Lunge des Triton leugnet; LEYDIG vermißte sie hier damals ebenso, wie in der glattwandigen Lunge des Proteus und vielleicht auch des Menopoma, dessen Lunge er ebenfalls nur für einfache Hohlsäcke erklärte. (LEYDIG *53a*.)

Bei den Amphibien sind die Lungen der einen, z. B. die vom Frosche, Landsalamander deutlich mit Muskeln ausgestattet. (LEYDIG *57*.)

Bei den rippenlosen Amphibien (Triton) vermißt auch WILLIAMS noch jede Spur von Muskulatur in der Lungenwand, während elastische Fasern vorhanden sind. (WILLIAMS *59*.)

Nach EBERTH erscheinen die Muskelfasern in der Lunge von Menopoma alleghaniensis in der Form größerer, bis $^1/_2$ mm breiter, in Entfernungen von 3—5 mm gelegener Querbalken, die sich durch schräge und senkrechte Balken zu einem grobmaschigen Netze verbinden, dessen Lücken wieder von einem feineren Netze ausgefüllt werden, welches zunächst die Alveolen umspinnt. Spärlich sind die Muskeln in der äußeren Wand der Alveolen. Noch zahlreicher sind die Muskeln beim Axolotl.

Das grobe Balkennetz ist hier kräftiger, dichter und gleichmäßiger, die Maschen quergestellt, und besonders die größeren von einem schwächeren Netzwerke durchzogen. Ziemlich dieselben Verhältnisse fanden sich beim Menobranchus lateralis. Danach ergeben sich die glatten Muskelfasern in der Amphibienlunge als ziemlich weitverbreitet. (EBERTH *63*.)

Nach PISO-BORME bilden bei Frosch, Kröte, Salamander die Muskelfasern gleichsam das Grundgewebe des Lungenparenchyms. (PISO-BORME *67*.)

Im bindegewebigen Stroma des übrigen Lungenparenchyms findet sich glatte Muskulatur und zwar oft so reichlich eingelagert, daß sie die Hauptmasse des ganzen Gewebes ausmachen kann. F. E. SCHULZE bestätigt die Angabe von H. MÜLLER *61* (siehe unten bei Triton), welcher gegen REICHERT und LEYDIG das Vorhandensein einer dünnen Ringmuskellage auch bei Triton taeniatus behauptete. In allen Alveolen tragenden Lungen treten derbe Muskelzüge als Hauptstütze der die Alveolenmaschen bildenden, netzförmig verbundenen Leisten und zwar besonders entwickelt in den verdickten freien Innenrändern derselben auf.

Fig. 101.

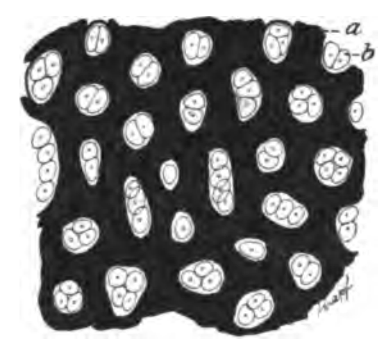


Fig. 102.

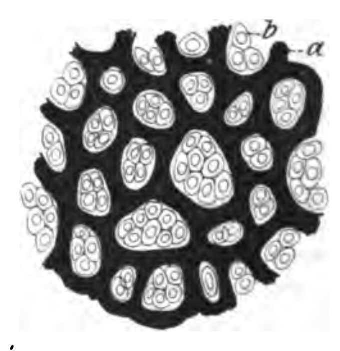


Fig. 101. **Lunge von Triton cristatus.** Ansicht eines Stückes der Innenfläche einer injizierten Lunge. Das Blutkapillarnetz *a* mäßig gefüllt, in den Maschen desselben teils vereinzelte, teils mehrfache Kerne der Epithelien *b*. Vergr. 300fach, reduziert auf $^4/_5$. (Nach EBERTH *63*.)

Fig. 102. **Lunge von Rana temporaria.** Flächenansicht eines Teils einer Lungenalveole. *a* Gefäße, *b* in ihren Maschen liegende Epithelzellen, Vergr. 300fach, reduziert auf $^4/_5$. (Nach EBERTH *63*.)

Von diesen starken und kompakten Hauptstämmen gehen dünnere Züge und von diesen selbst einzelne isolierte Muskelfasern ab, um über den flachen Grund der Alveolen nahe der inneren Oberfläche wegzuziehen. (F. E. SCHULZE *71*.)

Blutgefäße. In der Lunge von Frosch und Kröte tragen die Septa zwei Blätter von Gefäßnetzen, eines auf jeder Seite einer fibrösen Scheidewand. Diese Tatsache bildet einen anatomischen Unterschied zwischen der Reptilien- (Amphibien)-lunge und der Säugerlunge, bei welch letzterer die Scheidewände der Alveolen nur aus einer Schicht bestehen, deren beide Seiten der Luft ausgesetzt sind. In der Reptilienlunge (WILLIAMS meint den Frosch) bilden die elastischen Fasern ein vorherrschendes Element. (WILLIAMS *59*.)

Die Lurche haben weitere Gefäße als die übrigen Amphibien (siehe Fig. 101 und 102). Bei den eigentlichen Batrachiern ist die gefäßtragende

Fläche der Alveolenwand etwa gleichgroß mit der gefäßlosen. Bei den Schwanzlurchen ist der Durchmesser der Haargefäße noch größer, die Maschen sehr eng, mehr rundlich und länglich, die gefäßtragende Fläche eher noch bedeutender als die gefäßlose.

Die Gefäße der Muskelbalken in der Amphibienlunge sind im allgemeinen weitmaschiger als die der Alveolen. Die feineren Balken besitzen ein oberflächliches Gefäßnetz, wie die Alveolen. / (EBERTH *63*.)

Die Maschen des Kapillarnetzes übertreffen gewöhnlich den nach der Größe der Blutkörperchen bei den verschiedenen Tieren wechselnden Kapillardurchmesser an Breite nicht.

Das respiratorische Kapillarnetz zieht sich über die niedrigen Alveolensepten kontinuierlich hinweg, während es auf der Firste aller höheren Leisten in ein weitmaschiges System von wahrscheinlich vorwiegend zur Ernährung dienenden Kapillaren übergeht.

Nerven. Die aus marklosen und markhaltigen Fasern bestehenden Nerven der Amphibienlunge lassen hie und da kleine Anhäufungen von Ganglienzellen erkennen, welche zuerst J. ARNOLD (VIRCH. Arch. 1863, Bd. XXVIII. p. 431 und Centralbl. f. d. med. Wiss. 1864, No. 42 und VIRCH. Arch. 1864, Bd. XXXII) näher beschrieben hat. / (F. E. SCHULZE *71*.)

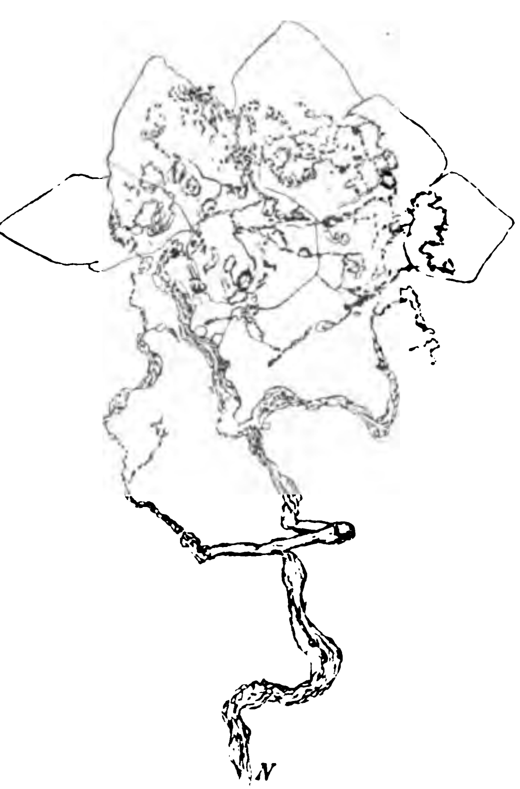


Fig. 103. **Cuccatische Netzplatte aus der Froschlunge.** Färbung durch Füllung des Lungensackes mit der Methylenblaulösung per os. Ammoniumpikratfixation. Der markhaltige Nerv geht in neuroplasmatische Beläge der Netzplattenzellen über. Leitz, Öl-Imm. $^1/_{12}$, Num. Ap. 1·30, Ok. 1, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach WOLFF *02*.)

/ MAX WOLFF hat mittelst der Methylenblau-Methode die Nervenendigungen in der Lunge von Siredon pisciformis, Rana esculenta und Tropidonotus natrix färben können. Die von CUCCATI in der Lunge des Frosches beschriebenen eigentümlichen, den Muskelbalken aufliegenden Endnetzplatten (piastretti retiformi) kann WOLFF (siehe Fig. 103) bestätigen, vor allem ihre subepitheliale Endigungsweise. Da WOLFF ähnliche Endapparate weder bei Siredon noch bei Tropidonotus finden konnte, so vermutet er, daß wir in ihnen sensible Organe zu sehen haben, deren Bestimmung es ist, eine durch Reflex vermittelte Regulierung der Füllung des Lungensackes mit Atemluft herbeizuführen, indem sie je nach der Spannung des elastischen Lungensackes mehr oder weniger stark erregt werden.

Mit Sicherheit konnte WOLFF intraepitheliale Nervenendigungen nur in der Lunge von Siredon pisciformis nachweisen. Hier (siehe Fig. 104) zweigen sich von den perivaskulären Geflechten Äste ab, welche zum Epithel emporsteigen, in dasselbe eindringen und sich von der Eintrittsstelle aus weithin im Epithel zwischen den Zellen desselben hindurchwinden, wobei sie besonders im erschlafften Lungensack derartig wellig verlaufen, daß das intraepitheliale Nervengeflecht kaum zu entwirren ist.

Diese intraepithelialen Nerven stehen in einem eigentümlichen Zusammenhange mit den Epithelzellen. Die zutretende Faser verliert sich nämlich in einem stark granulierten Belage, und zwar konnte WOLFF in einigen Fällen beobachten, daß sich an der Bildung dieses Belages, den WOLFF als „nervösen, perizellulären Belag" bezeichnet, mehrere Achsenzylinder beteiligen. WOLFF sieht in diesem Befunde ein Analogon zu den von HELD an Ganglienzellen nachgewiesenen, aus „zusammengefügten Verzweigungen endender Achsenzylinderfortsätze anderer Nervenzellen" entstehenden granulierten Belägen.

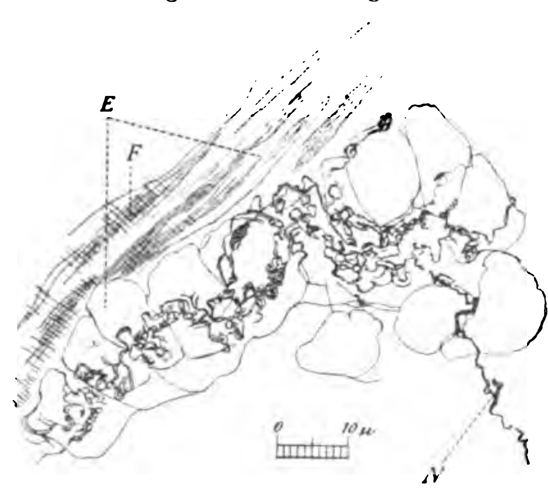


Fig. 104. **Intraepitheliale Nerven aus der Lunge von Siredon pisciformis.** Methylenblau. Fixation Bethe III. Der aus einem perivaskulären Geflecht entspringende marklose Nervenast N dringt zwischen die Zellen des Lungenepithels ein und verläuft dort in äußerst zahlreichen, kaum zu entwirrenden Windungen (die Lunge war im kollabierten Zustande fixiert) zwischen den Epithelzellen E. Da der Schnitt 30 μ dick ist, sieht man mehrere Reihen derselben ganz schräg von oben. Bei F sind die Flimmerhaare zu erkennen. Leitz, Öl-Imm. $^1/_{12}$. Num. Ap. 1·30, Ok. I, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach WOLFF 02.)

Durch die Ergebnisse von HELD und WOLFF „ist allen Versuchen, das Eindringen reizleitender nervöser Substanz bis in den Kern der innervirten Zellen zu verfolgen, von vornherein der Boden genommen."

In der Literatur kennt WOLFF nur zwei Mitteilungen über Nervenendigungen in der Lunge: CUCCATI beschreibt in der Lunge des Frosches (siehe unten) eigentümliche, den Muskelbalken aufliegende Endnetzplatten (piastretti retiformi). Über sonstige intraepitheliale Nervenendigungen macht er keinerlei Angaben, ebensowenig wie SMIRNOW, der diese Endapparate in der Froschlunge gleichzeitig und unabhängig von CUCCATI entdeckt hat.

In der kurzen Mitteilung SMIRNOWS ist die ungenügende zeichnerische Wiedergabe der „Endknäuel" WOLFFS Ansicht nach leicht geeignet, in Verbindung mit der unglücklich gewählten Bezeichnung „Endknäuel" eine ganz falsche Vorstellung über die Gestalt dieser Gebilde zu erwecken. Wie aus der treffend gewählten Bezeichnung CUCCATIS hervorgeht, handelt es sich nicht um Knäuel, sondern um Netze.

Diese Netze umschließen besondere, von CUCCATI abgebildete und auch von SMIRNOW beschriebene Zellen, über deren Struktur WOLFF

vorläufig noch nichts Näheres mitteilen kann. Bisweilen umgreift der ganze Endapparat (mitsamt den umschlossenen Zellen) oder ein Teil desselben eine oder mehrere Kapillaren, wie auch SMIRNOW angibt.

In der Lunge des Frosches konnte WOLFF zwar auch nervöse perizelluläre Beläge darstellen, welche die Epithelzellen umgreifen und im wesentlichen ganz wie die in der Lunge von Siredon pisciformis von WOLFF beschriebenen beschaffen sind. Doch erklärt er, daß er vorläufig noch nicht über genügend beweisende Dauerpräparate von Rana esculenta und Tropidonotus natrix verfüge. / (M. WOLFF *02.*)

Vergl. ferner die speziellen Angaben über Nerven und Nervenendigungen unten in der Darstellung der Lunge der einzelnen Amphibien, besonders bei Triton, Frosch und Discoglossus.

Entwicklung der Amphibienlunge. / REICHERT 1840 (das Entwicklungsleben im Wirbeltierreich 1840) nahm an, daß bei der Froschlarve der Lungenapparat wie das Skelett, von den Kiemenbogen des vertebralen Systems abstammen würde. Die ersten genauen Angaben finden sich bei REMAK *55*. Nach ihm entstehen die Lungenanlagen bei Batrachiern sehr früh als zwei an der Darmwand hängende Knospen, von der sie unter spitzem Winkel wegziehen. Die Knospen sind anfangs massiv. Nach GÖTTE *75* bildet sich die Lungenanlage bei Anuren unmittelbar hinter der letzten entodermalen Kiemenspalte als zwei lateral gelegene Ausstülpungen der Darmwand. Bei Bombinator igneus stammt die Lunge von einem hohlen blindsackförmig endigenden Rohr der Darmwand. / (WEBER und BUVIGNIER *03c.*)

Vergl. auch GOETTE *04*, sowie die oben p. 189 erwähnten Arbeiten.

/ FANNY MOSER faßt ihre Resultate folgendermaßen zusammen:

1. Die Lunge der Amphibien entwickelt sich genau nach den gleichen Prinzipien, wie bei Vögeln und Reptilien (siehe diese):
   a) durch allgemeine Vergrößerung der Lunge, infolge Vermehrung ihrer Gewebe;
   b) durch den Prozeß der Sprossenbildung des intrapulmonalen Bronchus = zentralen Hohlraumes in dem dicken, bindegewebigen Säckchen.
2. Dieser Prozeß der Sprossenbildung ist aber hier kein lokalisierter, sondern ein diffuser, und hat daher sein typisches Aussehen verloren. Die Ursache davon ist die geringe Masse des Bindegewebes. Diese hat zur Folge:
   a) daß sich die Epithelzellen bei jeder Vermehrung sofort ausdehnen können, unter Erweiterung des zentralen Hohlraumes;
   b) daß es nirgends zur Bildung des typischen Sprossungsepithels kommt, sondern das Epithel überall vollständig platt ist;
   c) daß die immer dünner werdende Wand allmählich nach außen ausgebuchtet wird und die Lungenoberfläche immer mehr halbkugelige Erhöhungen zeigt.
3. Die Septen sind auch bei Amphibien nichts anderes, wie bei Reptilien: die relativ festen Punkte der Wand, die zwischen zwei Ausbuchtungen stehen geblieben sind. / (MOSER *02.*)

Urodela.

Siren lacertina.

MECKEL *19* beschreibt die Atmungsorgane von Siren lacertina eingehend makroskopisch.

/ Siren lacertina atmet dauernd durch bleibende Kiemen und durch Lungen, letztere sind die wichtigeren; auch muß man der Hautatmung Rechnung tragen. / (VAILLANT *63*.)

/ Der Larynx besteht bei Siren lacertina aus einem Rohr von Muskelfasern, dorsal, ventral und lateral durch vier bindegewebige Raphen unterbrochen. WILDER denkt, daß der Muskelschlauch die ältere phylogenetische Bildung darstellt und daß die weiter hinten auftretenden Knorpel sekundäre Erwerbungen darstellen. Dabei huldigt er der Ansicht, daß Siren ursprünglich ein Landtier war, das aber durch den Kampf ums Dasein wieder ins Wasser getrieben wurde. Siren stellt eine einfache, aber degenerierte und modifizierte Larvenform dar. / (WILDER *91*.)

/ Bei Siren lacertina besitzt die Luftröhre (gegen CUVIER) wenigstens zehn Knorpelringe. / (MECKEL *19*.)

/ Die langgestreckten Lungen zeigen auf ihrer Innenfläche eine sehr ausgesprochene areoläre Struktur in ganzer Ausdehnung (gegen SCHREIBERS). Dicke Balken bilden ein Netz, dazwischen liegen kleinere (letztere fehlen in den hinteren 1—2 cm). Die Arteria pulmonalis verläuft am äußeren Rand der Lunge, am entgegengesetzten Rand, aber in das Innere des Organs eingeschlossen, liegt die Vene. Im unpaaren Anfangsteil der Lunge fehlt die areoläre Struktur, dieser Teil muß als Trachealrohr betrachtet werden. Im vorderen Teil zeigt dieser Gang rudimentäre Knorpelringe. Die Glottis besteht aus einer einfachen Längsspalte. / (VAILLANT *63*.)

/ Die Lunge von Siren (siehe Fig. 105) faßt RENAUT als eine Sammlung (endogene Multiplikation) von unialveolären Proteuslungen auf, welche in einundderselben Bildung, deren Außenfläche die Serosa überzieht, vereinigt sind.* Eine solche Lunge, die aus einer Alveolengruppe besteht, nennt RENAUT „lobulin". Die Sirenlunge, welche aus einem solchen „lobulin" besteht, nennt er unilobulinär oder einfach lobulinär. / (RENAUT *97*.)

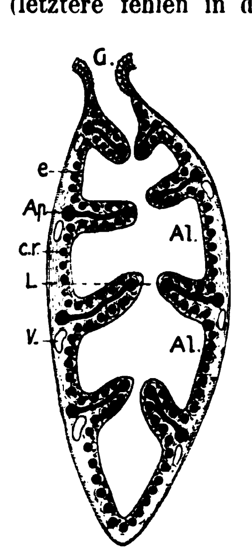


Fig. 105. **Schema einer lobulinären Lunge (Siren).** *G* Glottis, *Al Al* Alveolenhöhlen, *L* zentrales Lumen des Luftsackes oder respiratorischer Kanal, *e* Lungenepithel, *cr* respiratorische Kapillaren, *Ap* Gefäße, welche das funktionierende Blut herbeiführen, *V* ableitende Venen. (Nach RENAUT *97*.)

Proteus anguineus.

/ SCHREIBERS *1801* faßt die Lungen des Proteus schon als solche auf. Ebenso erkennt CUVIER *06* die Lungen des Proteus voll und ganz als solche an, betonend, daß sich bei keinem Amphibium „weniger Lunge als beim Proteus" vorfinde.

RUSCONI und CONFIGLIACHI *19*, welche CUVIER entgegentraten und der Lunge überhaupt nicht diesen Namen belassen wollten, wurde von einer Anzahl deutscher Forscher widersprochen, so vom Referenten der RUSCONIschen Monographie in der Isis, ferner von R. WAGNER (Literatur, siehe bei OPPEL *89*), welcher die von RUSCONI vermißte Lungenvene auffand. Noch 1843 vertrat RUSCONI die Ansicht, daß die Bläschen keine eigentümliche und abgesonderte Zirkulation haben, wie

die Lungen der anderen Lurche. Eine endgültige Klarlegung erfuhr diese Frage durch HYRTL *44*, der durch zahlreiche Injektionen neben der schon RUSCONI bekannten Pulmonalarterie unmittelbar zum Herzen gehende Lungenvenen mit Sicherheit nachwies.

Die ganzen paarigen Abschnitte erkannte ich als Lungen nach ihrem Baue, entgegen RATHKE *20/27a*, HENLE *39* und HOFFMANN in BRONN *unvoll.*, welche nur die kaudalen Erweiterungen als solche bezeichnen.

Der proximalwärts auf die Lungen folgende unpaare Abschnitt ist nicht als Lunge aufzufassen, weil sich hier der Bau des Epithels ändert. Dies zeigt sich darin, daß die Kapillaren zunächst seltener werden, während sich die Epithelzellgruppen vergrößern, bis schließlich erstere ganz verschwinden. Die Wand ist dann von einem Epithel ausgekleidet, bei dessen Zellen, wenigstens zunächst der Übergangsstelle, meist der Höhendurchmesser der größte ist. Dieser Übergang findet sich stets an der Stelle, an welcher die beiden Lungen zu einem unpaarigen Abschnitt zusammenmünden.

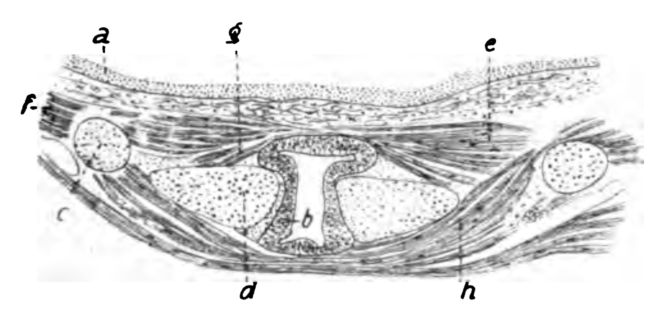


Fig. 106. **Kehlkopf von Proteus anguineus.** Querschnitt in der Höhe der Verbindung der Pars arytaenoidea mit der Pars laryngo-trachealis. Müllersche Flüssigkeit. *a* Epithel der Mundhöhle, *b* Epithel des Larynx, *c* und *d* Kehlkopfknorpel, *e, f, g, h* Kehlkopfmuskeln. Leitz, Obj. 3, Ok. I, reduziert auf $^{9}/_{10}$. (Nach OPPEL *89*.)

Den unpaaren Teil, der besonders von HENLE *39* eingehend makroskopisch beschrieben wurde und den HENLE und J. G. FISCHER *64* als Stimmlade zusammenfaßten, bezeichnete ich, da er den Bronchen und der Trachea höherer Tiere entspricht, als Tracheobronchialraum, während ich den dem Darm nächstliegenden Teil, der sich aber vom Tracheobronchialraum nicht scharf abgrenzen ließ, Larynx nannte, da er, wie ich nachwies, in seinem Bau dem Larynx höherer Tiere entspricht.

Bezüglich des makroskopischen Baues des zu jeder Seite des Larynx liegenden und auf den Anfang des Tracheobronchialraumes übergreifenden Knorpelstreifens verweise ich auf die von mir (OPPEL *89*, p. 560 ff. und ebendaselbst Taf. 30, Fig. 31) wiedergegebene Darstellung und Abbildung von HENLE *39*, der an jedem der beiden Knorpelstreifen eine Pars arytaenoidea und eine Pars laryngo-trachealis unterschied.

Den feineren Bau des **Larynx** und **Tracheobronchialraumes** bei Proteus anguineus beschrieb ich 1889 folgendermaßen:

Das Epithel des Larynx (siehe Fig. 106) ist ein hohes mehrzeiliges Zylinderepithel, welches Flimmerhaare von mäßiger Länge trägt. Dasselbe grenzt sich mehr allmählich sich verändernd gegen das Epithel des Tracheobronchialraumes, gegen das des Vorderdarmes dagegen scharf

ab. An der Grenze gegen den Darm findet sich eine (Fig. 106) Hervorragung des kranialen Fortsatzes der Pars arytaenoidea des Knorpels. Dieselbe ist von einem sehr niedrigen Plattenepithel, bestehend aus zwei Lagen von kubischen Zellen, überkleidet. Diese gehen unvermittelt in das Zylinderepithel des Larynx über, welches etwa die doppelte Höhe des obenbeschriebenen hat. Da die Öffnung gegen den Darm nicht am kranialen Ende des Larynx liegt, sondern auf der dorsalen Seite desselben, ist es verständlich, wie die Einmündung der beiden in einer Richtung verlaufenden Röhren ineinander ohne Umbiegen des Larynx stattfinden kann.

Am Processus vocalis des Arytänoidknorpels, der eine leichte Hervorragung gegen den Larynx bildet, finde ich das Epithel in einer eigentümlichen Weise verändert. Dasselbe senkt sich an dieser Stelle etwa zu einem Viertel seiner Höhe ein, wie wenn die obersten Zellen des Epithels an dieser Stelle auf das Bindegewebe geheftet wären und dadurch die benachbarten Epithelzellen auseinandergedrängt hätten. Da ich diese Stelle in vier untersuchten Fällen traf, glaube ich, daß es nichts Zufälliges ist. Vielleicht bildet es eine Andeutung des bei andern Amphibien sich an dieser Stelle findenden Stimmbandes, welches gleichfalls von einem Plattenepithel überkleidet ist.

Im Tracheobronchialraum wird das Epithel allmählich einzeilig zylindrisch, dann kubisch, an der ventralen Wand selbst im nichtgedehnten Zustand platt. Nur an den Stellen der Schleimhaut, welche den Knorpelstreifen anliegen, setzt sich das Zylinderepithel des Larynx fort und zwar soweit die Knorpelstreifen reichen; dasselbe zeigt auch hier noch vielfach Flimmerung. Auf einem Schnitt kann die ventrale Wand des Tracheobronchialraumes plattes, die dorsale kubisches und die beiden lateralen Wände, denen die Knorpelstreifen anliegen, hohes zylindrisches Epithel zeigen.

Im Epithel, namentlich in dem des Larynx, seltener im Tracheobronchialraum, fand ich Wanderzellen, häufig solche mit Einschlüssen. Nie fand ich größere Ansammlungen von Wanderzellen in oder unter dem Epithel./ (OPPEL *89*.)

Die Kehlkopfmuskulatur des Proteus wurde eingehend schon von HENLE *39*, dann von J. G. FISCHER *64*, DUBOIS *86*, WIEDERSHEIM *86a*, OPPEL *89* und GÖPPERT *94b* beschrieben.

/Die äußere Form der **Lunge** beschrieben (Literaturangaben siehe bei OPPEL *89*) SCHREIBERS, CUVIER, RUSCONI, RATHKE, DELLE CHIAIE, R. WAGNER, C. K. HOFFMANN in BRONN und WIEDERSHEIM. Alle Autoren sind darin einig, daß die Lungen des Proteus „häutige Säcke ohne zelligen Bau“ nicht für die Vermittlung des für das Tier nötigen Gasaustausches zwischen Blut und Luft genügen. Die Frage, ob der anatomische Bau der Proteuslunge einen Gasaustausch zwischen der in derselben befindlichen Luft und den Blutkapillaren als möglich erscheinen lasse, d. h. ob dieselbe in ihrem feineren Bau der Lunge eines luftatmenden Amphibiums zu vergleichen sei, habe ich 1889 eingehend untersucht und kam zu dem Resultat, daß die Lungen des Proteus, was ihren histologischen Bau anlangt, sich nicht wesentlich von den Lungen luftatmender Amphibien unterscheiden und daß die Lunge des Proteus, nach dem histologischen Bau zu urteilen, funktionsfähig ist.

Die Betrachtung eines Querschnittes durch die Proteuslunge an ihrem blasenförmig erweiterten kaudalen Ende zeigt, daß die äußere umhüllende Serosa platte Zellen trägt, welche bei wenig gedehnter Lunge

länger als breit sind. Die Zellgrenzen vermochte ich durch Behandlung mit salpetersaurem Silberoxyd sichtbar zu machen. Die nach innen folgende Schicht lockeren Bindegewebes, in welchem die größeren Blutgefäße liegen, läßt sich von dem zur Serosa gehörigen nicht abgrenzen. Die nächste Schicht besteht aus stärkeren, zum Teil zirkulär laufenden Bindegewebszügen, wohl zum Teil elastischer Natur. Zwischen der Schicht des lockeren und des kompakteren Bindegewebes und in letzteres selbst eingestreut, liegen in reichlicher Menge Züge von glatten Muskelfasern. Dieselben verlaufen zum Teil zirkulär (Fig. 107 *d*), einige auch weniger regelmäßig die zirkulären durchkreuzend, doch meistens liegen mehrere, in derselben Richtung verlaufende Fasern beisammen.

Die Muskel- und Bindegewebsschicht durchbrechend, treten kleinere Gefäße zur Innenfläche der Lunge und breiten sich dort als Netz von Kapillaren (Fig. 107 *a*) aus. Diese erkannte schon HYRTL *44* als solche und brachte ihre Größe richtig in Zusammenhang mit der Größe der Proteusblutkörperchen.

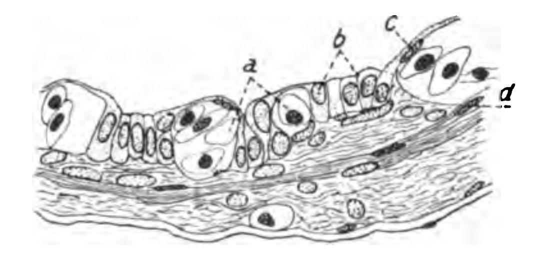


Fig. 107. **Lunge von Proteus anguineus.** Teil eines Querschnitts aus dem schlauchförmigen Abschnitt. Flemmingsche Flüssigkeit. *a* Blutkapillaren, *b* Lungenepithel, *c* Endothelkern der Kapillaren, *d* glatte Muskelfasern. Leitz, Obj. 7, Ok. I, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach OPPEL *89*.)

Die Innenfläche der Lunge, d. h. das sich hier ausbreitende Kapillarnetz mit den dazwischen freibleibenden Stellen der bindegewebigen Schicht überkleidet das Lungenepithel. / (OPPEL *89*.)

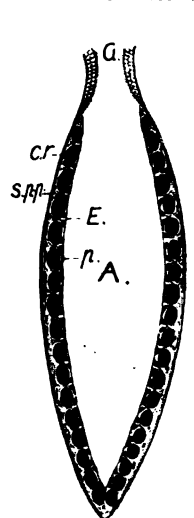
/ Die Lungen sind mit einem Zylinderepithel ausgekleidet, dessen Zellen 25 μ hoch, 15 μ breit, über den Kapillargefäßen jedoch mehr abgeplattet sind. Die Kerne sind nur wenig schmäler und niedriger als ihre Zellen, und enthalten 4—8 Nucleoli von 2—2,5 μ Durchmesser. / (AUERBACH *74*.)

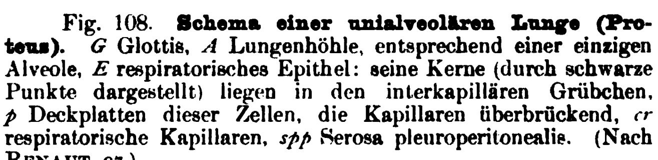
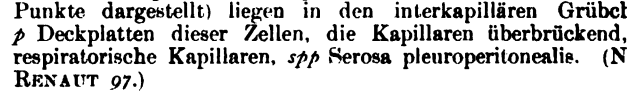
/ Jede Zelle des Lungenepithels besteht aus zwei zusammenhängenden Teilen. Der eine sitzt mit breiter Basis, welche den Kern enthält, dem Bindegewebe auf und hat Zylinderform. Vom freien Ende dieses Zylinders geht ein kleiner Fortsatz ab, der umbiegend sich über die anliegende Kapillare wölbt, um sich mit dem Fortsatz einer auf der anderen Seite der Kapillare liegenden ebensolchen Zelle zu verbinden. So bilden je zwei Zellen einen Bogen und mehrere solche aneinandergereiht einen Tunnel, in welchem die Kapillare läuft. Dieser Bau entspricht dem von F. E. SCHULZE *71* (siehe oben Fig. 84) für Rana esculenta gegebenen Schema. Da das Blut von der Luft nicht nur durch das Epithel getrennt wird, sondern auch durch die Wand der Kapillare, so besteht die dünne Wand aus zwei Schichten, dem Fortsatz der Epithelzelle und dem Endothel der Kapillare. Daß dies der Fall ist, beweist das Vorhandensein von Kernen (Fig. 107 *c*), welche, in der Wand der Kapillaren liegend, etwas in deren Lumen vorspringen und, wie ich glaube, als Kerne der Endothelzellen aufzufassen sind. Wie beide Zellschichten, Epithel und Endothel, verbunden sind, durch eine Kittsubstanz oder auf andere Weise, konnte ich nicht entscheiden, jedenfalls ist die Verbindung beider eine sehr innige, da ich eine Ablösung niemals beobachtete.

Da die Kapillaren ein Netzwerk bilden, so werden die kernhaltigen Teile der Zellen keine Reihen bilden, sondern Gruppen, wie dies von EBERTH *63* für Reptilien und Amphibien abgebildet wurde. Ich bemerke dazu, daß der Befund bei Proteus, der Abbildung, welche EBERTH von der Tritonlunge gibt, näher steht als der für den Frosch gegebenen, indem bei Proteus stets nur wenige Zellen eine Gruppe bilden. Dieses Verhalten könnte man durch die Größe der Elemente zu erklären versuchen, von denen wenige zur Überbrückung der Kapillaren genügen, doch ist mir dies unwahrscheinlich, da ja die Kapillaren bei Proteus gleichfalls größer sind, als z. B. beim Frosch. Vielmehr glaube ich, daß, nach der Abbildung EBERTHS zu schließen, inmitten der Zellgruppen eine Anzahl solcher Zellen sich befinden, welche gar nicht bei der Überbrückung der Kapillaren beteiligt sein können, da sie nicht randständig sind. Solche Zellen sind nun bei Proteus in den bisher beschriebenen Partien der Lunge nicht zahlreich.

Änderungen im Bau treten in den Teilen der Lunge auf, in welchen dieselbe schlauchförmig ist. Die Lunge, welche hier auf dem Querschnitt kleiner erscheint als eines der sie begleitenden Gefäße, zeigt eine weniger dicke Wandung, was auch WIEDERSHEIM *86a* bemerkte. Dies ist zum Teil durch Seltenwerden der Muskelfasern bedingt. Kapillaren und Epithel bleiben unverändert. / (OPPEL *89*.)

/ RENAUT faßt den Bau der Lunge des Proteus anguineus vollständig so auf, wie er von OPPEL *89* beschrieben wurde. Sie zeigt eine typische respiratorische Oberfläche. RENAUT nennt eine ganze solche Lungenhöhle (siehe Fig. 108) eine Alveole und nennt daher derart gebaute Lungen alveoläre Lungen. / (RENAUT *97*.)





Fig. 108. **Schema einer unialveolären Lunge (Proteus).** *G* Glottis, *A* Lungenhöhle, entsprechend einer einzigen Alveole, *E* respiratorisches Epithel: seine Kerne (durch schwarze Punkte dargestellt) liegen in den interkapillären Grübchen, *p* Deckplatten dieser Zellen, die Kapillaren überbrückend, *cr* respiratorische Kapillaren, *spp* Serosa pleuroperitonealis. (Nach RENAUT *97*.)

Menobranchus lateralis (Necturus maculatus).

/ Bei Menobranchus ist die Öffnung in den Larynx äußerst fein. Der Larynx ist von der Trachea nicht zu unterscheiden. Diese ist ganz häutig und enger und kürzer als bei Menopoma. Die Lungen erstrecken sich jedoch zu beiden Seiten weiter als bei diesem nach abwärts. Oben sind sie dicht zusammengezogen und enden zarthäutig, nicht so kontraktil und deshalb wohl noch blasig. / (A. F. J. C. MAYER *35*, p. 82 f.)

/ Bei Necturus maculatus sind die beiden Lungen einfache Säcke ohne Septa, deren Höhlen sich in den Pharynx durch ein gemeinschaftliches häutiges Rohr öffnen, welches die Trachea der höheren Vertebraten darstellt. Das Epithel, welches die Lungen überkleidet (Serosa) besteht aus großen dünnen unregelmäßigen Zellen mit verhältnismäßig glatten Grenzen. Die Kerne werden in allen Teilen der Zelle gefunden. Die Form der Zellen wechselt an verschiedenen Stellen. Stomata wurden nicht gefunden. Das Lungenepithel entspricht der durch SCHULZE, SCHMIDT

und RANVIER vom Frosch und der durch WILLIAMS und STIRLING vom Triton gegebenen Schilderung. Die gegebenen Abbildungen (siehe Fig. 109 bis 112) bestätigen dies. (W. S. MILLER *oo b.*)

Wie ich finde, stimmen die Epithelverhältnisse in der Menobranchuslunge im großen und ganzen mit dem von mir bei Proteus anguineus im Jahre 1889 (siehe oben p. 246 ff.) beschriebenen Verhalten überein, doch fehlt Proteus das Flimmerepithel. Dagegen scheint auch bei Menobranchus wie bei Proteus jener unpaare Lungenabschnitt, welcher von HENLE und G. FISCHER als Stimmlade, von mir als Tracheabronchialraum bezeichnet wurde, nur teilweise der Hämatose zu dienen, indem in seiner Auskleidung das in den paarigen Lungenabschnitten vorhandene respiratorische Epithel seinen Charakter ändert, indem größere Gruppen nicht respiratorischer Epithelien allmählich die respiratorischen Epithelien verschwinden lassen. — Die Muskulatur ist in der Menobranchuslunge reichlicher als in der Proteuslunge.

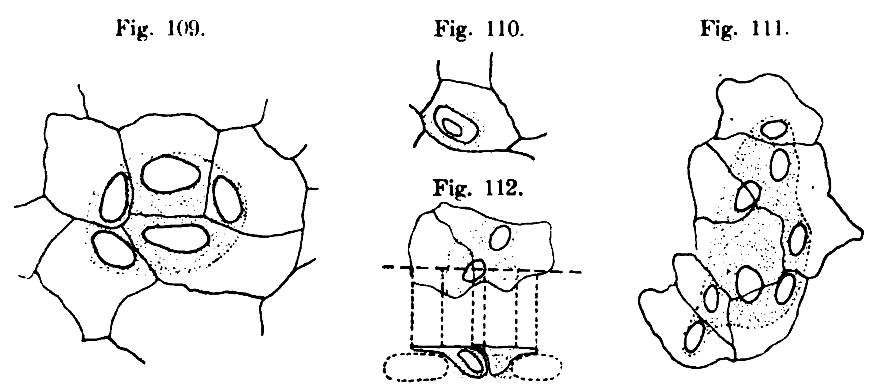


Fig. 109. **Lunge von Necturus maculatus.** Lungenepithel. Beziehung von Kernen und Protoplasma zur Zellgruppe in einer Insel. Vergr. 350fach, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach W. S. MILLER *oo b.*)

Fig. 110. **Lunge von Necturus maculatus.** Lungenepithel. Eine einzige Zelle bildet eine Insel. Vergr. 250fach, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach W. S. MILLER *oo b.*)

Fig. 111. **Lunge von Necturus maculatus.** Lungenepithel. Zellgrenzen überkreuzen Kerne von Nachbarzellen. Vergr. 250fach, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach W. S. MILLER *oo b.*)

Fig. 112. **Lunge von Necturus maculatus.** Projektionsfigur zweier Zellen der vorausgehenden Figur, zeigt die Beziehung der Zellgrenzen zum Kern und zu zwei darunterliegenden Kapillaren. Vergr. 250fach, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach W. S. MILLER *oo b.*)

Flimmerepithelzellen finden sich über Arterie und Vene gegen den Lungengipfel zu, während sich wenige auch zwischen diesen fanden. (Beim Triton dagegen findet sich Flimmerepithel nach STIRLING nur über der Pulmonalvene und ihren Hauptzweigen, während über der Arterie ein Kapillarplexus liegt. WILLIAMS im Gegensatz zu STIRLING bildet Flimmerepithel bei Triton sowohl über der Arterie wie über der Vene ab.) Bei Necturus findet sich ein Kapillarplexus ebenso wie das Flimmerepithel sowohl über der Arterie als über der Vene. Die elastischen Fasern der Necturuslunge bilden ein äußerst kompliziertes Netzwerk. Die Fasern sind von zwei Typen, dickere liegen näher der Oberfläche und bilden weitere Maschen als die feineren und tieferen. Nach STIRLING liegen die elastischen Fasern zwischen Endothel und Muscularis, dies ist bei Necturus nicht der Fall; hier sind die Fasern durch die Wand der Lunge

zerstreut. — Die Muskelfasern der Necturuslunge sind glatt und laufen hauptsächlich zirkulär. Am Ende der Lunge bilden die Muskelfasern ein Netzwerk und verlaufen in allen Richtungen. Nach STIRLING liegt die Arterie nach innen und die Vene nach außen von dem Muskelblatt, bei Necturus liegen beide oberflächlich und der größere Teil der Muskelfasern nach innen von ihnen.

Entgegen der gewöhnlichen Ansicht finden sich die hauptsächlichsten Nervenzweige nicht entlang den Blutgefäßen, vielmehr zwischen ihnen. Die Anastomosen zwischen den Stämmen sind sehr zahlreich, und vermehren sich, wie sie an Größe abnehmen, bis gegen die Endfasern. (Diese Anordnung ist entgegengesetzt der von STIRLING in der Lunge von Triton beschriebenen.) Markhaltige und marklose Fasern finden sich in den Hauptstämmen (siehe Fig. 113). Von diesem Hauptnetzwerk geht ein sekundäres Netzwerk mit weniger Fasern in einem Zweig aus, dasselbe enthält jedoch noch beide Arten von Fasern. Von diesem sekundären Netzwerk geht ein feines Netzwerk von marklosen Fasern ab, welche sich in die Endfibrillen auflösen. Entlang den Fasern und Stämmen finden sich Nervenzellen./ (MILLER *00b.*)

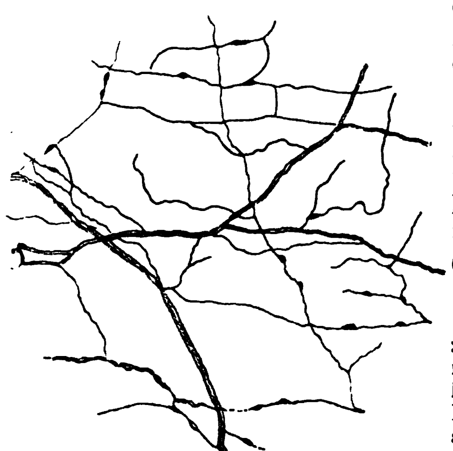


Fig. 113. **Lunge von Necturus maculatus.** Das feinere Nervenfasernetzwerk zeigt markhaltige und marklose Nervenfasern und Nervenzellen. Methylenblau. Vergr. 75fach, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach W. S. MILLER *00b.*)

/MILLER beschreibt die Lymphgefäße der Lunge von Necturus und kommt zum Resultat, daß dieselben aus einem geschlossenen Gefäßsystem bestehen, welches mit dem Blutgefäßsystem innig verbunden ist; ein Verhalten ähnlich dem bei höheren Vertebraten bestehenden. Es lassen sich Lymphgefäße der Lungenarterie und solche der Lungenvene unterscheiden. MILLER gibt auch eine kurze Beschreibung der äußeren Form der Necturuslunge und des Verhaltens der Blutgefäße./ (MILLER *03.*)

Menopoma.

A. J. F. C. MAYER *35*, p. 76f. beschreibt Larynx und Trachea von Menopoma makroskopisch.

Cryptobranchus japonicus.

/HYRTL beschreibt die Atmungsorgane von Cryptobranchus japonicus eingehend makroskopisch. Die Arytaenoidknorpel sind Faserknorpel und enthalten sehr wenige Zellen in einem faserigen Stroma. Die Cricoidknorpel sind hyalin./ (HYRTL *65.*)

/KÖNIGSTEIN untersuchte die Muskulatur der Amphibienlunge und schickt den physiologischen Ergebnissen eine Schilderung jener anatomischen Tatsachen voraus, welche jenen als Fundament dienen. Besondere Aufmerksamkeit hat KÖNIGSTEIN der noch wenig untersuchten Lunge von Cryptobranchus japonicus zugewandt und schildert dieselbe eingehend in Wort und Bild, makroskopisch und mikroskopisch. Be-

sondere Beachtung verdient die glatte Muskulatur, welche bei Cryptobranchus die Hauptmasse des Lungengewebes ausmacht. Dieselbe ist zu starken Balken so in den Septa angeordnet, daß sie rings von einer dünnen Lage Bindegewebe eingehüllt, den zentralen Teil der Leisten bildet. Am mächtigsten ist die Masse der Muskulatur in den verdickten Kämmen, gegen die Lungenwand nimmt sie an Menge ab und ist in dieser nur mehr in Form vereinzelter Faserzüge aufzufinden. Elastische Fasern sind reichlich. Auf der Höhe der höchsten Kämme findet sich zweizeiliges Flimmerepithel. Gegen die Alveolen geht es in das respiratorische Epithel über. Die respiratorischen Blutkapillaren sind 4—5mal weiter, als die subepithelialen Kapillaren unter dem hohen Zylinderepithel der großen Kämme, letztere können daher bei der Atmung nicht wesentlich in Betracht kommen. Königsteins, die Bedeutung der Lungenmuskulatur betreffende allgemeine Folgerungen siehe oben p. 240./ (Königstein *03 b.*)

Triton.

/ Die Lunge besteht aus zwei langen, durchsichtigen Säcken, deren äußere Fläche von dem die Pleuroperitonealhöhle auskleidenden Epithel überkleidet wird. Jede Lunge ist ein ganz einfacher Sack, ohne Septen und ohne Teilungen an seiner Innenfläche./ (Stirling *81.*)

/ Renaut nennt eine ganze Lungenhöhle bei Triton eine Alveole. Hier sind die Blutkapillaren viel dichter als bei Proteus, und folglich die interkapillären Grübchen weniger ausgedehnt. Sie enthalten weniger Zellen./ (Renaut *97.*)

/ Die Höhle jeder Lunge kommuniziert bei Triton mit der Glottis durch ein membranöses Rohr, welches die Trachea darstellt. Während die Peritonealbekleidung für die obere Hälfte (entlang dem inneren Rande) jeder Lunge ein Mesenterium bildet, ist die hintere Hälfte frei. Das aus polygonalen Zellen bestehende Epithel des Peritonealüberzugs der Lunge läßt sich durch Silbernitrat darstellen. Unmittelbar unter diesem Epithel liegt eine geringe Menge weißen fibrösen Gewebes, enthaltend ein elastisches Netzwerk. Wenig verzweigte Pigmentzellen werden in dieser Serosa gefunden, besonders entlang dem Verlauf der Vena pulmonalis. Auf die Serosa folgt eine Schicht glatter Muskelfasern, welche eine vollständige Begleitung für jede Lunge bildet, Muskelfasern sind ringförmig angeordnet und bilden eine Schicht von fast gleichmäßiger Dicke. Auf die Muskelschicht folgt eine Blutgefäßschicht, und dann das Lungenepithel. Die Nerven sind besonders in der Muskelschicht verbreitet.

Während die Vena pulmonalis ganz oberflächlich liegt, bedeckt von der Serosa und außen von der Muskelschicht, liegt die Arteria pulmonalis innen von der Muskelschicht. Die Kapillaren in der Lungenwand liegen nach innen von der Muskelschicht unmittelbar unter dem Epithel./ (Stirling *81.*)

/ Suchard beschreibt die Lungen von Triton cristatus, palmatus und punctatus, welche nur unwichtige Verschiedenheiten aufweisen. Histologisch lassen sich alle Baumittel der Lungen höherer Vertebraten wiederfinden: das pleurale Endothel, Gefäße, elastische Netze, Muskelfasern und Bindegewebe; der Verlauf der Gefäße wird angegeben. Dieselben ragen ins Lumen hinein, so daß die Lunge als eine zusammengesetzte zu betrachten ist. Der Bronchus ist hyparteriell. Die Lunge von Salamandra maculata unterscheidet sich von denen der Tritonen durch stärkere Septierung. Zwei starke Längssepten tragen die großen Gefäße, andere ver-

laufen quer oder längs. Die pleurale Fläche ist höckerig. (SUCHARD *03 b*, nach dem Referat von PETER.)

SUCHARD findet, daß die Tritonlunge (Triton cristatus) nicht, wie früher angenommen wurde, einen glattwandigen Sack darstellt, sondern durch rudimentäre Septen in eine große Anzahl von Alveolen geteilt wird. (SUCHARD *03 a*.)

Diese Beobachtung SUCHARDS, welche die ältere gleichlautende Angabe von WILLIAMS *59* (siehe oben p. 239) bestätigt, fügt sich vortrefflich in den Rahmen der von mir geschaffenen Lehre, nach welcher die sogenannte unialveoläre Lunge eines Proteus (oder Triton) nicht einer Alveole (im Sinne RENAUTS) der Lunge höherer Wirbeltiere, sondern einer ganzen solchen zusammengesetzten Lunge entspricht.

Lungenepithel. Nach Versilberung zeigt sich in der Lunge des Triton, die füglich als eine einzige Alveole bezeichnet werden kann, über den Kapillaren ein sehr schönes, vollständiges einfaches Pflasterepithel, siehe Fig. 114. Dasselbe besteht aus großen abgeplatteten Zellen, deren ebenfalls große Kerne stets in den Kapillarmaschen liegen und die mit ihren Ecken meist auf den Kapillaren zusammenstoßen. Daß die in den Kapillarmaschen sichtbaren Kerne wirklich dem Epithel angehören, ergibt sich einmal daraus, daß dieselben der Zahl der Epithelzellen entsprechen, und zweitens findet man sie wieder in der feinen strukturlosen Membran, als welche sich das Epithel bei frischen Lungen (wie EBERTH schon angegeben) isolieren läßt, während man in den Maschen der vom Epithel befreiten Kapillaren keine Kerne mehr sieht. (ELENZ *64*.)

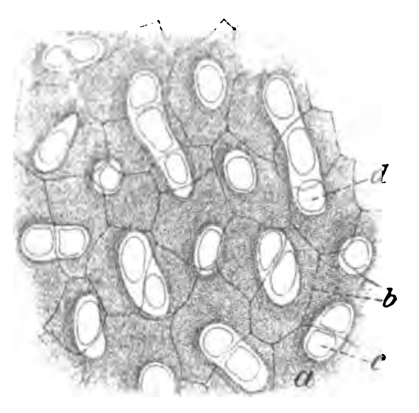


Fig. 114. **Lungenepithel vom Triton** (Triton cristatus). (Versilberung.) *a* Kapillaren, *b* Konturen der Epithelzellen, *c* und *d* Kerne der Epithelzellen. Vergröß. etwa 350fach, reduziert auf $^4/_5$. (Nach ELENZ *64*.)

Das eigentliche Lungenepithel besteht bei Triton aus platten Zellen, deren Kerne in Gruppen von zwei, drei oder mehr in den Maschen des Kapillarplexus liegen, während die dünne Platte von jeder Zelle die Kapillarwand bedeckt.

Das Flimmerepithel der kurzen Trachea setzt sich beim Triton in die Lunge in bestimmten Zügen entlang der Vena pulmonalis und ihren Hauptästen fort (nicht der Pulmonalarterie). TH. WILLIAMS *59* bildet Flimmerepithel über dem Verlauf der Pulmonalarterie ab, was nicht vorkommt. (STIRLING *81*.)

Das Lungenepithel von Triton cristatus besteht aus zweierlei Zellen; die einen, Flimmerzellen, sind in der Minderzahl, die anderen besitzen keine Cilien. Die Flimmerzellen nehmen zwei Streifen in der Lunge ein, welche gewöhnlich an der Innenseite der beiden großen Hauptblutstämme liegen, entsprechend denen das Blutkapillarnetz fehlt. (CUCCATI *89*.)

Bei Triton alpestris finde ich den von den Autoren bei Triton erwähnten Streifen von Flimmerepithel in der Lunge entlang der Vena pulmonalis sehr gut entwickelt. Er nimmt etwa ein Achtel der ganzen

Lungenperipherie an Raum ein. Über der Pulmonalarterie herrschen bei Triton alpestris zwar die Zylinderzellen etwas vor, während die Gefäßkapillaren im Epithel zurücktreten, Flimmerepithel konnte ich über der Pulmonalarterie dagegen hier, wenigstens im größeren kaudalen Abschnitt der Lunge, nicht konstatieren.

Muskelfasern der Tritonlunge: / REICHERT (MÜLLERS Arch. 1846, Jahresber., p. 269) fand in der Lunge von Tritonen auch nicht eine Spur von Muskulatur. LEYDIG *53 a*, p. 60 und *57*, p. 375 vermißte die Muskeln wie REICHERT bei Triton. KÖLLIKER (Gewebelehre 3. Aufl., p. 91) führt ebenfalls den Mangel bei Triton an, wahrscheinlich den genannten Autoren folgend.

H. MÜLLER konstatiert in der Lunge des Triton, schwach bei Triton taeniatus, stärker dagegen bei dem größeren Triton cristatus eine Muskellage, welche fast die ganze Lunge einhüllt. Die Fasern verlaufen fast durchweg ringförmig, hie und da sich etwas kreuzend.

Die Lage der Muskeln ist zwischen Kapillarschicht und einem schwachen Bindegewebeüberzug der Lunge. Es entspricht dies dem Verhalten beim Frosch. / (MÜLLER *61*.)

Ich finde die Muskellage auch bei Triton alpestris, sie besteht hier aus ringförmig angeordneten, häufig in Gruppen stehenden Muskelzellen, ähnlich wie ich dies für Proteus (siehe oben p. 249) beschrieben habe.

Das **elastische** Gewebe, welches schon von einigen Autoren (STIRLING, SUCHARD) in der Tritonlunge bemerkt wurde, läßt sich mit Kresofuchsin bei Triton alpestris darstellen. Durch die ganze Wanddicke erstrecken sich feine Netze, sofort unter dem Serosaendothel beginnend und bis unter das Lungenepithel reichend. Stärkere Züge liegen unter dem Serosaendothel, ebensolche begleiten aber auch in der Muskularis die Muskelzellenbündel.

Nerven der Tritonlunge: / Die Vaguszweige treten mit der Pulmonalvene, um dieselbe durch Anastomosen einen Plexus bildend, in die Lunge ein. Es finden sich in diesem Plexus markhaltige, zahlreichere marklose Nervenfasern und Nervenzellen. Von dem primären Plexus gehen Zweige ab, welche einen engmaschigen, fast in derselben Ebene liegenden, sekundären Plexus bilden. Die Pulmonalarterie dagegen besitzt nur wenige und marklose Nervenfasern, welche einen weitmaschigen Plexus bilden. / (STIRLING *81*.)

/ In den Lungensäcken von Triton cristatus endigen die Nerven niemals in Endplatten. Es finden sich zwei Arten von Nervenendigungen, je nachdem es sich um motorische oder sensible Fasern handelt. Die markhaltigen Fasern endigen nach hinten, innerhalb und nach vorn vom Muskelstratum in Form von punktförmigen Verlängerungen, welche sehr zahlreich und äußerst dünn sind. Die dünnen Nervenfasern und deren Verlängerungen tragen Knöpfchen, gehalten von dünnen Stielchen. Die markhaltigen Nervenfasern, auf Achsenzylinder reduziert, haben keine direkte Verbindung mit den Muskelzellen, noch mit der Zementsubstanz zwischen denselben, weil man nie sieht, daß sie ihre Natur verlieren, obwohl es oft vorkommt, daß man eine Faser in die Zementsubstanz eintauchen, oder eines ihrer Knöpfchen dem Protoplasma oder dem Kern einer Muskelzelle entgegenstreben sieht.

Die blassen Nervenfasern bilden ein dichtes Netz unter der Serosa, wovon bisweilen Fortsätze ausgehen, welche bis unters Epithel gelangen. Die größere Menge der sensitiven Endigungen findet sich unter dem Flimmerepithel und geht in die Substanz ein, welche dazu dient, eine

Zelle mit der anderen zu vereinigen. Sehr selten sind dagegen die sensitiven Endigungen, welche unter dem nicht flimmernden Epithel vorkommen, und diese verhalten sich in derselben Weise, wie die soeben beschriebenen. Die Endigungsweise der sympathischen Fasern blieb verborgen; sie bilden zusammen mit wenigen sensitiven Fasern eine beträchtliche Verflechtung./ (CUCCATI *89*.)

Entwicklung: /Nach GIANNELLI wird die erste Anlage der Lunge bei Triton von einer dorsoventralen Spalte dargestellt, welche sich vom Darmlumen in den Dotterzellenhaufen erstreckt, welcher dieses Lumen ventral umgibt. Diese Spalte ist an ihrem kaudalen Ende geteilt, nach rechts und links von der Medianlinie vorspringend./ (GIANNELLI *02*.)

Salamandra.

Im Aditus laryngis von Salamandra maculata setzt sich das Mundhöhlenepithel (zylindrisch werdend, aber flimmernd bleibend) in das Innere des Larynx fort, wie dies Fig. 115 zeigt. Wie innig die Beziehungen der Schleimhaut zur Stützsubstanz sind, geht daraus hervor, daß bereits in diesem abgebildeten Schnitt, also ehe das Rohr zum Schluß kommt, unter dem Epithel Knorpel sichtbar wird. Wenige Schritte weiter kaudal (hier ist das Rohr bereits geschlossen) findet sich in der dorsalen Kehlkopfwand eine Stelle, an der das Epithel niedriger und frei von Cilien ist (siehe Fig. 116 bei *). Es entspricht dies einer Stelle, an der sich bei geeigneter Muskelwirkung die beiden Knorpel berühren werden.

Ein Querschnitt durch die Lunge von Salamandra mac. zeigt ein ganz anderes Bild, als bei den bisher beschriebenen Amphibien, indem sich bei Salamandra jene Gliederung in einen luftleitenden Binnenraum und die atmenden Endräume, von der oben die Rede war, bereits vollzogen hat. Von starken Muskelbalken erfüllte Wülste krönen die den Binnenraum umgrenzenden Firsten der Septen, so daß ein Bild entsteht, welches schon wesentlich mehr an jenen Aufbau der Lunge erinnert, den wir später z. B. bei Rana kennen lernen werden, denn an die bei niederen Amphibien bestehenden Verhältnisse. Dementsprechend hat sich auch jene Anordnung des Epithels, deren Anfänge bereits bei Triton hervortreten, schärfer ausgeprägt. Während den Binnenraum luftleitende hohe zylindrische Epithelien auskleiden, die nicht überall deutliche Flimmerung zeigen und gegen die Endräume niedriger werden, hat sich das respiratorische Epithel in die respiratorischen Endräume zurückgezogen.

Ebenso verhält es sich bei Salamandra atra, jedoch mit etwas weniger fortgeschrittener Septenbildung.

/Das Lungenepithel von Salamandra maculata wurde schon von L. AUERBACH teils abgeschabt, teils auf Umschlagsrändern untersucht. An letzteren zeigt sich, daß auch über den Lungenkapillaren auf der Schleimhautseite kernhaltige Zellen aufsitzen. Die Kerne dieser Lungenepithelzellen sind 25—30 μ lang, 7—12 μ breit und enthalten jeder 4 bis 6 Nukleoli von 2 μ Dm./ (AUERBACH *74*.)

/LEYDIG nimmt beim Landsalamander deutliche Muskelzüge in den Balken wahr, wobei die zugehörigen Kerne 0,024‴ lang sind./ (LEYDIG *53a*.)

Embryologisches über die Lunge von Salamandra mac. siehe bei F. MOSER *02*.

Salamandrina perspicillata.

/Der weit nach rückwärts liegende Aditus ad laryngem ist von zwei wulstigen Lippen der Schleimhaut umgeben, welche die nach vorn

birnförmig sich zuspitzenden Aryknorpel einschließen. Vom Kehlkopf gehen zwei wohl gesonderte Bronchien aus, in welchen WIEDERSHEIM knorpelige Elemente erkannt zu haben glaubt. Über die Lungen war es an den hart gewordenen Spirituspräparaten unmöglich, Untersuchungen anzustellen (siehe darüber unten Kapitel: Lungenlose Amphibien.) / (WIEDERSHEIM *75*.

Fig. 115.

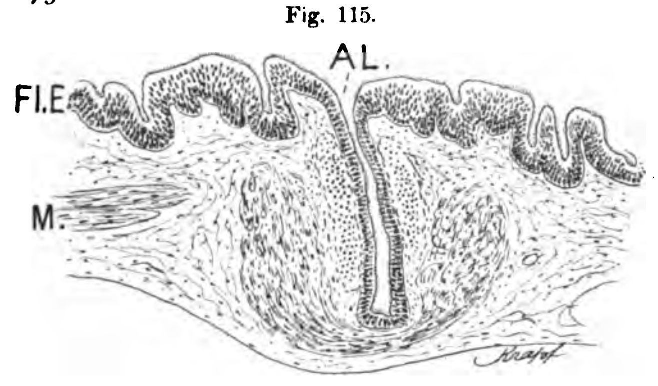


Fig. 116.

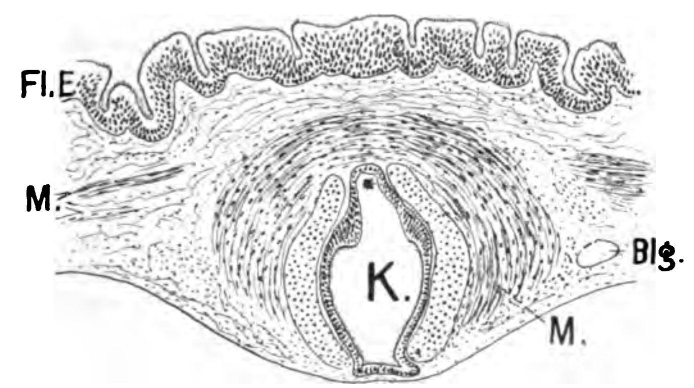


Fig. 115 und 116. **Kehlkopf von Salamandra maculata.** Zwei Querschnitte, der erste in der Höhe des Kehlkopfeinganges, der zweite weiter kaudal. *FlE* Flimmerepithel des sich in den Oesophagus fortsetzenden Mundhöhlenbodens, *AL* Aditus ad laryngem, *K* Larynx, *M* Muskulatur, *Blg* Blutgefäß, * Stelle des flimmerfreien niederen Epithels im Kehlkopf. Vergr. 36fach, reduziert auf $^9/_{10}$.

Gymnophiona.

/ Die Trachealringe der Cöcilien sind hinten geschlossen und vorn offen, die der höheren Reptilien entweder ganz ringförmig geschlossen oder hinten offen. / (C. K. HOFFMANN 1890 in BRONN *unvoll.*, Bd. VI, Abt. 3, 1.)

Anura.

Stimmblase (Kehlsäcke) der Anuren. / Häutige ausdehnbare Blasen (accessorische Stimmorgane), welche jederseits am Unterkiefer liegen und sich in die Mundhöhle seitlich von der Zunge öffnen, kommen vielen Batrachiern, jedoch nur den männlichen Individuen, zu; sie fehlen bei Rana temporaria (gegenteilige neuere Angaben siehe unten bei Rana), während sie bei Rana esculenta vorhanden sind. Sehr ausgebildet sind sie bei Hyla. / (STANNIUS *46*.)

/ RAPP unterscheidet bei Batrachiern zwei Hauptformen der Stimmblasen:

1. Unpaarer großer Sack an der Kehle, der auf dem Boden der Mundhöhle zu jeder Seite der Zunge durch eine der Länge nach verlaufende Spalte mündet (Hyla arborea, H. rubra Daud., Phyllomedusa bicolor Wagl., Hylodes, Eucnemis, Psendis Merianae und einige Cystignathen, ferner, obgleich man den Kröten damals gewöhnlich eine Stimmblase absprach, bei Breviceps, Engystoma, Bufo strumosus Daud.. Bufo agua, Bufo pantherinus Boie [hier findet sich die Spalte in der Mundhöhle nur rechts, doch ist dies individuell verschieden], Bufo variabilis [bald doppelte, bald einfache Mündung]).
2. Es finden sich zwei Stimmblasen, eine an jeder Seite des Kopfes (verschiedene Arten von Rana, Cystignathus und Hyla). Beide Blasen hängen durch den unpaaren Sack unter der Zunge zusammen.

Die Stimmblasen finden sich nur bei männlichen Batrachiern. einigen Arten von Bufo fehlen sie ganz, auch bei Bombinator igneus, Pipa und Ceratophrys.

„Man erkennt an den Stimmblasen deutlich eine Muskelhaut, durch welche die Luft aus ihnen ausgetrieben werden kann, und die innere Oberfläche wird von einer Schleimhaut überzogen, die mit einem Flimmerepithelium, wie die ganze Mundhöhle der Frösche, versehen ist" (siehe dagegen LEYDIGS Angaben unten bei Rana, Schallblase).

RAPP vergleicht vom physiologischen Standpunkt aus die Stimmblasen der Batrachier den Kehlsäcken bei vielen Affen (Pithecus, Macacus, Cercopithecus, Mycetes u. s. f.) und bei einigen anderen Säugetieren, und mit den verschiedenen Arten von Chamaeleo zukommenden Bildungen. / (RAPP *47*.)

/ An den Stimmblasen, welche viele männliche Batrachier besitzen, erkennt man deutlich eine Muskelhaut; die innere Oberfläche ist von einer Schleimhaut mit Flimmerepithel ausgekleidet (v. RAPP), (was LEYDIG später widerlegt, siehe unten bei Rana: Schallblase). / (LEYDIG *57*, p. 377.)

/ Nach EBERTH (Würzb. naturw. Zeitschr. 1862) ist das Epithel um die Eingänge der Schallblasen (Kehlblasen) der Anuren ein geschichtetes Zylinderepithel, in den Blasen selbst begegnet er (ebenso LEYDIG) — im Widerspruch mit RAPP (Jahrbücher des Württemb. Naturw. Vereins 1847) — wenigstens bei Rana temporaria nur einer einfachen Lage zarter flimmerloser Plattenzellen. / (C. K. HOFFMANN 1873—1878 in BRONN *unvoll.*, Bd. VI, Abt. 2.

/ Aus der Schleimhautauskleidung der Mundhöhle entstehen besondere Bildungen als Ausstülpungen (Kehlsäcke) bei den männlichen Anuren, denen sie als Resonanzapparate dienen. Die beiderseitigen Blasen können auch median miteinander zu einem unpaaren Sacke sich verbinden. Nicht allen männlichen Anuren kommen diese Kehlsäcke zu, sie fehlen auch einzelnen Arten derselben Gattung, die sie sonst besitzt. Zu einem unpaaren Sacke verschmolzen sind die Kehlsäcke von Bufo agua (STANNIUS). Bei Hyla adelaidensis findet GEGENBAUR die Taschen durch ein dünnes Septum voneinander geschieden, aber nach hinten bis zum Schultergürtel ausgedehnt. Vollständig ist die Kommunikation bei Phyllomedusa bicolor. / (GEGENBAUR *01*.)

Kehlkopf. / MÄRTENS, welcher die Entwicklung des Knorpelgerüstes im Kehlkopf unserer einheimischen anuren Amphibien untersuchte, findet eine große Mannigfaltigkeit der Verhältnisse, die sich aber dennoch ungezwungen auf einfache Zustände zurückführen lassen und die Anknüpfung an die Urodelen einerseits, an die Reptilien andererseits ermöglichen. Eine einheitliche knorpelige Cartilago lateralis als gemeinsame Grundlage aller im Larynx vereinigten Knorpelstücke (siehe oben p. 184 f.) wird im Kehlkopf der Anuren nicht mehr angelegt. Es hat sich vielmehr eine Sonderung dieses Knorpels in einzelne Stücke vollzogen. Bei Bufo, welche die einfachsten Formen besitzt, kommt es zu einer räumlich getrennten Anlage der Cart. arytaenoidea und der Cart. laryngotrachealis. Eine enge zellige Verbindung der beiden Knorpel deutet ihre ursprüngliche Einheitlichkeit noch an. Bei allen anderen Anuren gesellt sich zu der räumlichen Trennung eine zeitliche in der Anlage dieser beiden Stücke, so bei Alytes, wo sich der Stellknorpel ganz am Anfang, die Cart. laryngotrachealis gegen Ende des Larvenlebens entwickelt. Bei weiteren Anuren (Rana tempor., esculenta und Hyla) treten auch die Fortsätze der Cart. laryngotrachealis schon in ihrer Anlage selbständig hervor. / (MÄRTENS *97* und *98*.)

Lunge. / GAGE untersuchte die Entwicklung der Lungen bei Anuren und findet, daß bei Hyla pickeringii und bei Hyla versicolor der Pharynx hohl wird, ehe die äußeren Kiemen absorbiert sind, und die Lungen werden hohl und in den Pharynx offen, ehe die äußeren Kiemen verschwinden. Bei Bufo lentiginosus werden Lungen und Pharynx sehr frühzeitig hohl, aber der Larynx bleibt solid und hat keine Kommunikation mit dem Pharynx, bis der Schwanz fast gänzlich absorbiert und die junge Kröte fast ganz umgebildet ist. Die Verbindung der Lunge mit dem Pharynx scheint einer der letzten Akte der Metamorphose zu sein. Wenn sich der Larynx in den Pharynx öffnet, ist er mit Flimmerepithel ausgekleidet, offenbar ist das Epithel nicht mit Flimmern versehen, ehe die Öffnung vorhanden ist. Beim Auftreten der Flimmerung in der Mundhöhle und dem Pharynx von Bufo verbreitet sich das flimmernde Zylinderepithel vom Oesophagus in den Pharynx und den Mund. / (GAGE *00*.)

Rana.

Makroskopisches über die Atemorgane von Rana esculenta siehe bei VOGT und YUNG *94*, p. 595 ff., sowie bei GAUPP *01*.

/ Als Abschnitte des Respirationstraktus haben wir zu unterscheiden: einen unpaaren Anfangsabschnitt, Pars laryngo-trachealis (Stimmlade, HENLE), und zwei paarige, sich daran anschließende Säcke, die Lungen (Pulmones). Es kommt nicht zur Differenzierung einer Trachea und besonderer Bronchi. / (GAUPP *01*.)

Von der **Mundhöhlenatmung** der Amphibien war bereits im III. Teil dieses Lehrbuches, p. 19 ff. die Rede. Auf diesen Gegenstand hier zurückzukommen, veranlaßt mich der Umstand, daß inzwischen neue Beobachtungen und Anschauungen von GAUPP *01* in seiner Anatomie des Frosches mitgeteilt wurden, welche für diese Frage von Bedeutung sind.

/ Die Beteiligung der Mundrachenhöhle an der Respiration ist beim Frosche eine doppelte: eine indirekte und eine direkte. Indirekt ist sie insofern, als die treibenden Kräfte des gesamten Atmungsmechanismus in der Mundrachenhöhle und ihren Wänden liegen, direkt insofern, als ihre Schleimhaut selbst respiratorische Funktionen erfüllt. Somit bildet die Kopfdarmhöhle eine „respiratorische Vorkammer“ von großer Wichtigkeit.

„In funktioneller Hinsicht erfüllt der Kopfdarm zeitlebens doppelte Aufgaben: nutritorische und respiratorische, während der hinter ihm folgende Rumpfdarm ausschließlich nutritorischen Zwecken dient.“ Als wichtigste Derivate des Kopfdarmes erscheinen die Lungen, die hauptsächlichsten Atmungsorgane, deren Eingang durch ein hochkompliziertes und auch zur Stimmerzeugung geeignetes Kehlkopfgerüst gestützt, im hintersten Abschnitte des Kopfdarmes liegt.

Der beim Männchen vorkommende Saccus vocalis stellt jederseits eine ventral- und lateralwärts gerichtete sackförmige Ausstülpung der Schleimhaut der Mundrachenhöhle dar.

Betreffend die Bedeutung der innigen Berührung der Kapillaren mit dem Epithel in der Froschmundhöhle, hat HOLL die Einrichtung als in Beziehung zur Respiration stehend gedeutet. MAURER sieht die ursprüngliche Bedeutung in einer besseren Ernährung des Epithels und hält die respiratorische Bedeutung für sekundär. Auch JOSEPH vermutet die Ermöglichung des Gasaustausches durch die Mundhöhlenschleimhaut als funktionelle Bedeutung der Einrichtung. Dagegen weist OPPEL darauf hin, daß zur sicheren Annahme dieser Anschauung vor allem Veränderungen der die Kapillardivertikel deckenden Epithelzellen nachzuweisen seien, was bisher nicht geschehen sei. Diesem Bedenken fügt GAUPP noch ein weiteres hinzu, das die Blutversorgung betrifft. Die respiratorische Funktion der Mundrachenhöhlenschleimhaut dürfte doch vor allem in den Partien der Schleimhaut zu suchen sein, die von Gefäßen des respiratorischen Kreislaufes, also von den Schleimhautästen der A. cutanea magna gespeist werden. Denn letztere führt hochvenöses Blut. Nun ist aber das Hauptgefäß der Schleimhaut des Mundhöhlendaches die A. carotis interna, die, den bisherigen Angaben zufolge, das höchstarterielle Blut von allen Gefäßen des Körpers führt. Allerdings bestehen Anastomosen der A. palatina mit Ästen des R. auricularis der A. cutanea magna, aber doch dürfte in dem größeren vorderen Bezirk des Mundhöhlendaches die A. carotis interna das Übergewicht haben, während die Äste des R. auricularis der A. cutanea magna mehr die hinteren Gebiete der Mundrachenhöhle versorgen. Daraus geht hervor, daß die respiratorische Bedeutung der fraglichen Einrichtung zum mindesten nicht die einzige sein kann, und daß sie überhaupt noch nicht als bewiesen gelten darf. / (GAUPP *01.*)

/ A. MARCACCI (L'asphyxie chez les animaux à sang froid. Arch. ital. de biol. Turin 1894, T. 21; die ausführliche Arbeit steht in Atti della Società Toscana di scienze naturali à Pisa 1894, Vol. 13) beobachtete, daß beim Frosch durch die Mundhöhlenschleimhaut ein Gasaustausch stattfindet, der wichtiger ist, als die durch die Haut geleistete Atmung. / (GAUPP *96.*)

/ Die bekannten oszillatorischen Kehlschwankungen bewirken die Ventilation der Luftmasse in der Mundhöhle.

Nach dem Verhalten der Kapillaren zum Epithel würde eine Bedeutung für die Respiration nicht nur für die gesamte Schleimhaut der Mundrachenhöhle, inklusive der Zunge, sondern auch in der Nasen- und Paukenhöhle anzunehmen sein, denn auch hier sind die Divertikel an den Kapillaren durch SCHÖBL gefunden worden. Es wurde aber bereits erwähnt, daß diese Vorstellung bisher noch nicht bewiesen ist. Forscht man der Gefäßversorgung nach, die doch wohl das wichtigste Kriterium zur Entscheidung der Frage sein muß, so ergibt sich, daß der hintere Teil der Mundrachenhöhle und die Paukenhöhle hauptsächlich Sitz der

respiratorischen Vorgänge sein dürften. Denn hier verbreiten sich Äste des R. auricularis der A. cutanea magna, welche letztere als Ast der A. pulmo-cutanea hochvenöses Blut führt. Mit Rücksicht darauf, daß die Paukenhöhle ihre Entstehung aus der Hyomandibularspalte nimmt, ist dieses Ergebnis besonders interessant.

Über den **Atmungsmechanismus** beim Frosch und die einschlägige Literatur vergleiche besonders E. GAUPP *96*, der hiervon eine eingehende (p. 200—205) Darstellung gibt. Er unterscheidet 1. die oszillierenden Kehlbewegungen und 2. die eigentlichen Lungenatmungsbewegungen (Druckpumpenmechanismus beim Frosch, im Gegensatz zum Saugpumpenmechanismus der Amnioten), (vergl. auch die Darstellung GAUPPS oben p. 236 f.). / (GAUPP *01*.)

/ Nach BAGLIONI vollzieht sich im normalen Atmungsakt des Frosches die Inspiration durch die Muskeltätigkeit der Mundhöhle, die Exspiration durch die Elastizität des Lungengewebes, durch den intraabdominalen Druck und vielleicht auch durch die Tätigkeit der Bauchmuskeln, der Gaswechsel aber durch die oszillatorischen Kehlbewegungen und durch die Periodizität der verschiedenen Atmungsmodi. / (BAGLIONI *00*.)

/ Die neueren Untersuchungen über die Funktion der Lunge haben dargetan, daß der Luftwechsel in diesem Organe nicht allein durch die Beschaffenheit des Blutes und der eingeatmeten Luft, sondern zugleich auch durch die eigentümliche Arbeit der Zellen bedingt ist. Besonderes Interesse erhält hierdurch das Studium des Atmungsprozesses bei Tieren, welche, wie die Frösche, außer der Lunge noch ein anderes Organ besitzen, mittels dessen der Luftwechsel in bedeutendem Maße stattfinden kann, die Haut nämlich. Es liegen zahlreiche Versuche vor, welche zeigen, daß Frösche lange Zeit hindurch mittels der Hautatmung allein das Leben zu fristen vermögen. BOHR *99* machte Versuche an Fröschen nach Aufhebung der Lungenfunktion, sowohl nach Exstirpation der Lunge, als nach Verschließung der Nasenlöcher und des Mundes. Die Wirkung der Ausschließung der Lungenrespiration erweist sich als von der Größe des Stoffwechsels vor dem Eingriff abhängig, was die widerstreitenden Resultate früherer Untersucher erklärt. In BOHRS Versuchen betrug die Aufnahme von Sauerstoff durch die Haut in keinem Falle mehr als 94 ccm, gewöhnlich aber nur 70—80 ccm pro Kilo und Stunde, während sie bei normalen Fröschen sogar 450 ccm pro Kilo und Stunde erreichte. Eine relativ leichtere Kohlensäureausscheidung durch die Haut bewirkte, daß der „respiratorische Quotient“ oder das Verhältnis der ausgeschiedenen Kohlensäure zum aufgenommenen Sauerstoff bei den Versuchen stieg, dagegen sank der Quotient, als die Lungenatmung wieder freigegeben wurde. Die Haut und die Lunge der Frösche unterscheiden sich als Atmungsorgan also nicht nur dadurch, daß die Lungen einen bedeutend größeren Stoffwechsel zu unterhalten vermögen, sondern die genannten Organe bieten auch in ihrer Funktion wesentliche qualitative Verschiedenheiten dar. / (BOHR *99*.)

Schallblase (Kehlsäcke): / Die Schallblasen sind bei Rana esculenta L. sehr entwickelt, so daß sie in luftgefülltem Zustande die Haut hinter dem Trommelfell zu einem scharf abgegrenzten runden Sack hervortreiben; sie hängen von rechts und links durch einen unpaaren, unter der Zunge liegenden Raum zusammen. Der Eingang zu den Schallblasen liegt als Spalte zwischen Unterkinnlade und vorderem Zungenbeinhorn und die sackige Ausbuchtung findet sich frei unter der Haut. Die Wand der Blase ist eine Fortsetzung des Bodens der Mundhöhle und besteht

wie diese aus bindegewebiger Grundlage, welche reich an elastischen Fasernetzen ist, einem Epithel nach innen und einer Muskelschicht nach außen, der Fortsetzung des Musculus submaxillaris. RAPP *47* (siehe oben p. 258) läßt die Schallblasen von Flimmerepithel ausgekleidet sein. LEYDIG sieht dagegen im eigentlichen Sack ein flimmerloses Epithel, die Zellen haben einen hellen oder kutikularen Saum. Vom morphologischen Standpunkte aus lassen sich die Schallblasen, wie schon CUVIER tat, den Backentaschen der Säugetiere vergleichen. In physiologischer Hinsicht aber darf man sie mit RAPP jenen Beuteln vergleichen, welche bei Affen und anderen Säugetieren mit dem Kehlkopf zusammenhängen. GÖTTE hält es für wahrscheinlich, daß die Kiemenhöhlen der Larven zu Kehlsäcken werden./ (LEYDIG *77*, p. 110 f.)

/Auch bei Rana temporaria (Rana fusca Rösel) kommen entgegen anderen Angaben (Literatur siehe oben p. 257 und bei LEYDIG p. 125) Schallblasen dem Männchen zu. Ihre Öffnung zur Mundhöhle befindet sich zwischen der Unterkinnlade und dem vorderen Horn des Zungenbeines. Die Bündel des Musculus submaxillaris umgreifen die Blasen bogig und bilden ihre äußere Lage. Die innere Schicht oder eigentliche Haut wird erzeugt von der Ausstülpung der Mundschleimhaut. Im Grund des Sackes ist (entgegen RAPP) ein Flimmerepithel nicht zugegen, sondern ein flimmerloses, bestehend aus niedrigen feinkörnigen Zellen. Erst gegen die Öffnung zu, welche in die Mundhöhle führt, treten Flimmerhärchen auf./ (LEYDIG *77*, p. 125 f.)

/Bei Rana agilis Thomas sind Schallblasen nur angedeutet./ (LEYDIG *77*, p. 148.)

/ Die Wand der Schallblase ist (beim Frosch) eine Fortsetzung der Mundschleimhaut und besteht aus einem bindegewebigen, an elastischen Fasernetzen reichen Stratum proprium, dem außen eine Schicht quergestreifter Muskelfasern eng anliegt. Das Innere des Sackes ist von einem geschichteten, platten, flimmerlosen Epithel ausgekleidet. Erst gegen die in die Mundhöhle führende Öffnung zu tritt Flimmerepithel auf (LEYDIG).

Stimmlade des Frosches (Larynx und Trachea). /HENLE hob hervor, daß die bisher meist als „Stimmritze" bezeichnete Spalte bei den Anuren nicht der Stimmritze der höheren Wirbeltiere entspricht. HENLE nannte daher jene Spalte: Aditus laryngis, wofür BERGMANN (BERGMANN und LEUCKART) „Kehlritze" zu sagen vorschlägt. Jedenfalls muß die Verschiedenheit dieser Spalte von der eigentlichen Stimmritze oder Rima glottidis festgehalten werden.

Nach MÄRTENS tritt die Stimmladenanlage entwicklungsgeschichtlich bei Rana temporaria (wohl Rana fusca) als einfache Ausstülpung des Darmrohres auf, von gleichem Epithel, wie jenes ausgekleidet und bildet zunächst eine an der ventralen Fläche des Darmrohres in ganz derselben Richtung wie dieses hinziehende, schmale, in ihrer ganzen Länge mit dem Darmrohr in offener Verbindung stehende Rinne. Dadurch, daß letztere beiderseits je einen kaudalwärts geschlossenen Fortsatz aussendet, kommt es zur Entstehung der Lungen etc. etc.

Eine Trennung des Laryngo-trachealteiles in Larynx- und Trachea ist beim Frosche nicht durchführbar. Nichtsdestoweniger kann immerhin, wie es gewöhnlich geschieht, der vordere Teil der Stimmlade als Larynx (primitiver Kehlkopf) bezeichnet werden. Im Inneren wird er von den in longitudinaler Richtung ausgespannten Stimmlippen (Labia vocalia)

durchsetzt, die den Stimmapparat (Glottis) bilden und die Stimmritze (Rima glottidis) zwischen sich fassen.

„Howes hat darauf aufmerksam gemacht, daß bei Rana temporaria und esculenta sich seitlich vom vorderen Ende des Aditus laryngis manchmal zwei Schleimhautprominenzen finden, die nach vorn hin über den Sulcus praelaryngeus vorspringen. Sie sind individuell verschieden ausgebildet, manchmal nicht unbeträchtlich und durch eine Querfalte verbunden: Howes betrachtete sie als Bildungen, die eine Epiglottis repräsentieren." (Vergl. darüber oben p. 238.)

Über Skelett und Muskulatur der Stimmlade beim Frosch vergl. besonders Gaupp *01*, der eine auf genaues Literaturstudium und eingehende eigene Untersuchungen begründete Darstellung gibt, ebenso über Entwicklung der Kehlkopfmuskulatur und -Knorpel. / (Gaupp *01*.)

/ Märtens untersuchte die Larven von Rana temporaria auf die Entwicklung des Kehlkopfskelettes und kommt unter anderem zu folgenden Resultaten. Die Untersuchung der Kehlkopfentwicklung bei Rana temporaria ergibt einerseits eine Übereinstimmung mit den an Salamandra und Triton gemachten Befunden sowohl als der durch vergleichend-anatomische Betrachtung gewonnenen Ansicht, insofern nämlich zunächst eine rein häutige Stimmlade existiert, die erst im weiteren Verlauf des Larvenlebens allmählich einen knorpeligen Stützapparat erhält.

Hinsichtlich der ersten Entwicklung und weiteren Ausbildung des Knorpelskelettes entfernt sich aber andererseits Rana temporaria von dem einfachen bei den Urodelen nachweisbaren Typus. Eine einheitliche Cartilago lateralis, aus welcher erst später durch Teilung die Cartilago arytaenoidea und C. laryngo-trachealis jeder Seite hervorgeht, wird bei Rana temporaria nicht mehr gebildet, sondern beide Knorpelstücke entwickeln sich von vornherein sowohl räumlich als zeitlich getrennt, und haben nur das gemeinsam, daß sie beide in der Dorsalwand der Stimmlade entstehen.

Dazu kommt als weiterer Unterschied gegenüber Salamandra und Triton die Ausbildung von Zusatzstücken zum Knorpelskelett, zu denen in der Reihe der Urodelen keine Analoga zu finden sind, nämlich zweier Knorpelstäbe in der Ventralwand, die an ihrem kranialen Ende später mit denen der Dorsalwand zur Bildung des Cricoidknorpels zusammentreten.

Die Frage nach der Herkunft der Knorpel war durch die Untersuchung nicht zu lösen. Direkte Beziehungen des Kehlkopfskelettes zu dem Kiemenaparat ließen sich nicht nachweisen. / (Märtens *95*.)

/ Die Stimmlippe jeder Seite stellt eine hohe, von Schleimhaut überzogene leistenartige Bildung dar, die außen der Innenfläche des Arytaenoidknorpels ansitzt und in den Raum des Saccus laryngotrachealis vorspringt.

Histologischer Bau der Schleimhaut: Zu unterscheiden sind das Epithel und die Tunica propria der Schleimhaut. / (Gaupp *01*.)

Epithel des Kehlkopfes beim Frosch: / Während der übrige Kehlkopf beim Frosch ein lebhaftes Flimmerepithel mit Zylinderzellen hat, trägt das Stimmband ein ganz anderes Epithel, das flimmerlos ist und aus rundlichen Zellen mit körnigem Inhalt besteht. / (Leydig *53a*.)

/ In histologischer Beziehung besteht die Auskleidung des Larynx beim Frosch aus einer direkten Fortsetzung der Mucosa oris et pharyngis. Überall — auch auf den Stimmbändern — ist er von hohem

Flimmerepithel und zahlreichen Becherzellen ausgekleidet. / (ECKER und WIEDERSHEIM *82.*)

/ „Das Epithel ist an den verschiedenen Abschnitten verschieden gestaltet. Der Aditus laryngis wird noch von hohem zylindrischem Flimmerepithel begrenzt; zwischen den Basen der hohen Zellen liegen kleine rundliche Elemente. Dieses Flimmerepithel flacht sich auf der Innenfläche des Arytaenoidknorpels immer mehr ab, die Flimmern werden niedriger. Da, wo der Schleimhautwulst des Aditus laryngis in die glatte Schleimhaut auf der Arytaenoidknorpelinnenfläche übergeht, finden sich zwischen den Flimmerzellen auch Schleimzellen und selbst spärliche mit Schleimzellen ausgekleidete Krypten. Ganz anders ist der Charakter des Epithels auf der Stimmlippe, wenigstens in der Mitte der Länge derselben. Die Dorsalfläche der Pars basilaris wird bekleidet von niedrigem flimmerlosem Epithel, das zweischichtig erscheint. Besonders niedrig sind die Zellen am oberen Rande der Stimmlippe. Gegen den Sulcus longitudinalis hin werden sie wieder höher, und an der der Rima glottidis zugekehrten Fläche der Stimmlippe ist die Epithelschicht besonders dick. Hier besteht ein zweischichtiges flimmerloses Epithel mit hoher unterer und niedrigerer oberer Schicht. Die Zellen der unteren Schicht sind auffallend durch eine basale kernlose Zone. Die Zellen der oberen Schicht zeigen nach Behandlung mit FLEMMINGscher Lösung, Hämatoxylin-Eosin einen leicht gelblichen Schimmer. Wieder dünner wird das Epithel am unteren Rande der Stimmlippe; an der Unterfläche der Pars basalis ist es sehr platt, einschichtig; an der Seitenwand des Cavum laryngo-tracheale geht es in ein nicht sehr hohes zylindrisches Flimmerepithel über, das auch die ganze Ventralwand dieses Raumes bedeckt, untermischt mit reichlichen Becherzellen. Vorn wie hinten findet sich auch auf der Stimmlippe Flimmerepithel, untermischt mit Becherzellen. Abgesehen von den oben erwähnten Krypten unterhalb des Aditus laryngis finden sich nirgends Drüsen oder drüsenähnliche Bildungen.“

„Die Tunica propria der Schleimhaut ist durch den Reichtum an elastischen Fasern ausgezeichnet. Im Gebiete des Aditus laryngis prävaliert das Bindegewebe, hier besteht ein dickes Bindegewebspolster, dem reichlich sternförmige Pigmentzellen eingelagert sind. Ein großer Teil der Fasern geht von dem oberflächlichen Sehnenblatt des M. dilatator laryngis gegen das Epithel hin. In dem Vestibulum laryngis und im Cavum laryngo-tracheale überwiegt das elastische Gewebe in der Schleimhaut, und eine besondere Mächtigkeit erreicht dasselbe in der Stimmlippe. Elastisches Gewebe bildet die Grundlage derselben, in Form von reich verzweigten engmaschigen Netzen, mit vielen zelligen Elementen. Die Dichtigkeit dieses Gewebes ist an den einzelnen Stellen verschieden: in der Pars basalis und an der Peripherie der Pars marginalis ist sie beträchtlicher als im Zentrum der Pars marginalis.“ / (GAUPP *01.*)

/ Die Grundsubstanz der Stimmbänder bildet ein äußerst dichtfaseriges, von zahllosen, spindelförmigen Zellen, die an beiden Polen zu Fibrillen auswachsen, durchsetztes Bindegewebe. / (ECKER und WIEDERSHEIM *82.*)

/ Als besondere Eigentümlichkeit zeigte in einer Serie GAUPPS die Stimmlippe der einen Seite, etwa in der Mitte der einen Seite, etwa in der Mitte der Länge, eine größere Ansammlung von runden zelligen Elementen, größer als die Spindelzellen des elastischen Netzwerkes, zum

Teil mit polymorphen Kernen und mit deutlichem, bräunlich-gelbem Zellkörper. (Pigmentierte Wanderzellen?) GAUPP.

Die Pulvinaria vocalia bestehen aus einem Gewebe, das wohl als elastischer oder Netzknorpel bezeichnet werden darf.

Das Ligamentum vocale besteht aus einer vorderen und einer hinteren Hälfte. Jede derselben schließt sich unmittelbar an das entsprechende Pulvinar vocale an, ist die direkte Fortsetzung desselben und besteht somit ebenfalls aus Netzknorpel. Es ist nicht die von einer dickeren Epithelschicht bekleidete mediale Fläche, sondern der mit dünnem Epithel belegte untere Rand der Stimmlippe, der von den Stimmstäbchen eine Stütze erhält. / (GAUPP *01*.)

Lunge. Die makroskopische Beschreibung der Froschlunge siehe bei GAUPP *01*, p. 191 ff.

Die Froschlungen sind einfache Säcke, deren Wandungen durch die Anordnung von Septa in eine Reihe von Unterabteilungen zerfallen. In der Froschlunge springen die Interalveolarsepten nicht so weit gegen das Lumen des Sackes vor und sind somit weniger hoch als in der menschlichen Lunge.

Die Septa bilden in der Froschlunge dicke Züge von wechselnder Stärke, von denen die massigsten namentlich in der Längsrichtung verlaufen und durch vielfache Querzüge, welche meistens schmäler sind, in Verbindung stehen. / (J. ARNOLD *63 b*.)

/ Die Froschlunge besteht aus zwei durch ein kurzes Mittelstück verbundene membranöse Säcke, welche seichte Einschnürungen an der Oberfläche und verschiedene tief einspringende Septa an der Innenfläche zeigen. Die Innenwand zeigt etwa 30–40 größere polygonale Alveolen, die größeren alveolären Abschnitte werden durch niedrige Septa in 4–6 polygonale, nach innen hin offene Räume abgeteilt; von diesen Septis entspringen wiederum Leisten, die an der inneren Lungenwand allmählich aufhören. Jedes Säugetierinfundibulum mit dem daran hängenden Alveolensystem ist einer Froschlunge vergleichbar. / (KÜTTNER *74*.)

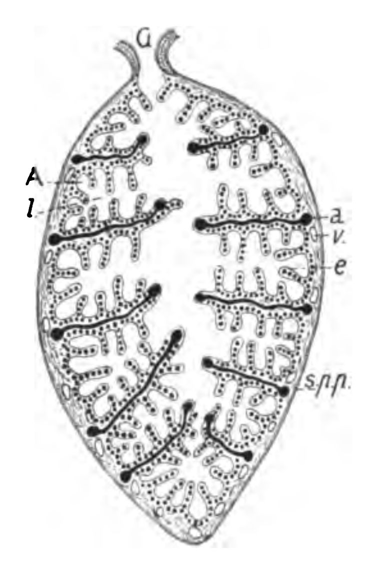


Fig. 117. **Schema einer einfach-lobulären Lunge (Rana).** *G* Glottis, *l* dem „Lobulin" entsprechender Canaliculus respiratorius; *A* Alveolen, *e* Lungenepithel, *a* Arteria afferens, *v* Vene, *spp* Serosa pleuroperitonealis. (Nach RENAUT *97*.)

/ Nach TH. HOFFMANN sind bei Rana temporaria die ins Innere der Lungenwand vorspringenden Duplikaturen (Leisten) in Bezug auf die Höhe nicht nur individuell, sondern auch nach der Jahreszeit sehr verschieden. Sie sind am stärksten entwickelt im Frühling. / (TH. HOFFMANN *75*.)

/ Die lobuläre Lunge vom Frosch (siehe Fig. 117) zeigt nicht nur Falten und sekundäre Falten, sondern sie kann sich auch in Form von Vorsprüngen nach außen ausdehnen (exogene Blasen), so daß die Lunge zugleich Alveolen im Innern und Buckeln an der Oberfläche zeigt. Dies ist beim Frosch der Fall. Die Froschlunge ist also nicht, wie man irrtümlich angenommen hat, eine elementare, sondern eine schon sehr kom-

plizierte Lunge. Man kann sich die Froschlunge wieder aus zahlreichen Sirenlungen (lobulin) zusammengesetzt denken. RENAUT benennt eine solche Gruppierung als einfachen Lobulus (lobule simple), die Froschlunge besteht aus einem einzigen Lobulus, ist deshalb unilobulär oder einfach lobulär. (RENAUT 97.)

Im Innern enthält eine jede Lunge beim Frosch einen großen, durch den Aditus pulmonis mit dem Cavum laryngo-tracheale kommunizierenden zentralen Hohlraum und eine größere Anzahl kleinerer durch Septa voneinander getrennter wandständiger Kammern („Alveolen").

Daß der Lunge des Frosches auch eine richtige hydrostatische Funktion neben der respiratorischen zukommt, ist von MARCACCI gezeigt worden.

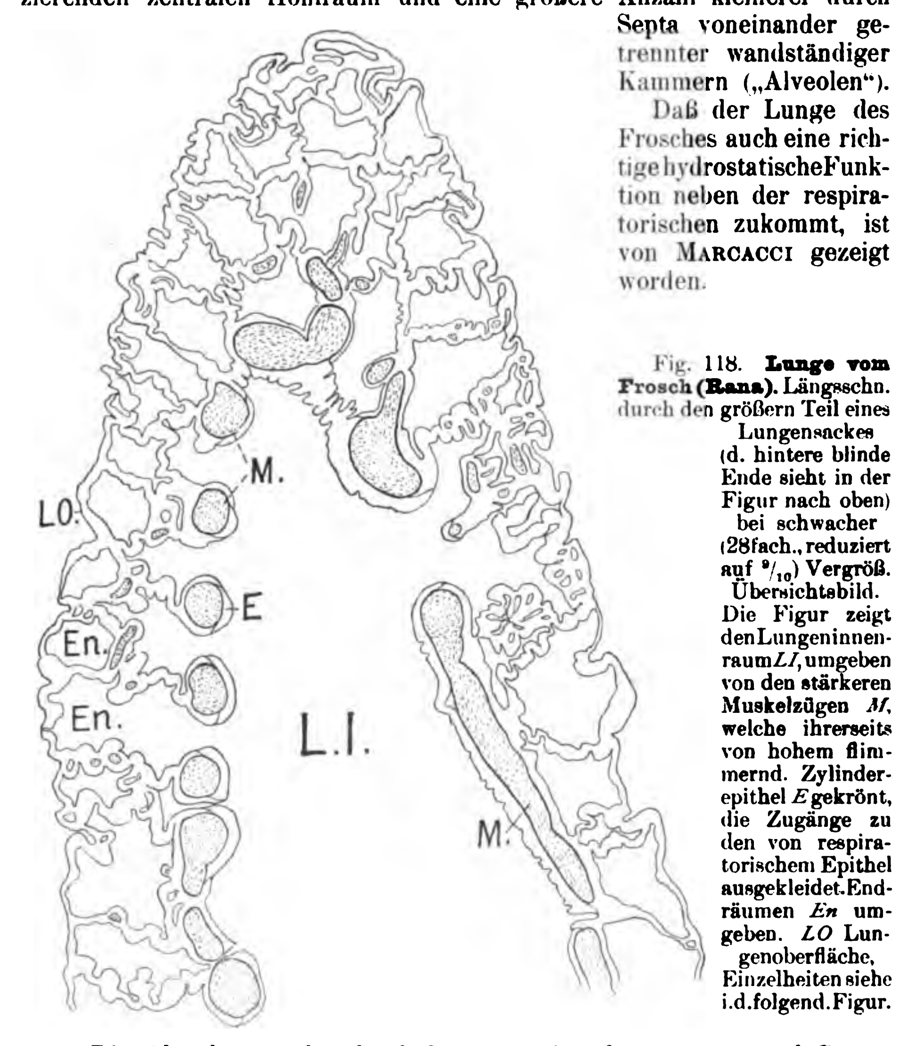


Fig. 118. **Lunge vom Frosch (Rana).** Längsschn. durch den größern Teil eines Lungensackes (d. hintere blinde Ende sieht in der Figur nach oben) bei schwacher (28fach., reduziert auf $^{9}/_{10}$) Vergröß. Übersichtsbild. Die Figur zeigt den Lungeninnenraum *LI*, umgeben von den stärkeren Muskelzügen *M*, welche ihrerseits von hohem flimmernd. Zylinderepithel *E* gekrönt, die Zugänge zu den von respiratorischem Epithel ausgekleidet. Endräumen *En* umgeben. *LO* Lungenoberfläche, Einzelheiten siehe i.d.folgend.Figur.

Die Alveolen werden durch Septa voneinander getrennt, und GAUPP findet mit KÜTTNER, daß sich drei Kategorien von Kammern unterscheiden lassen.

Die Lungenwand und die Septa bestehen vor allem aus glattem Muskelgewebe und faserigem Bindegewebe. wozu dann noch die zahlreichen Blutgefäße kommen. Soweit die Lunge in den Pleuroperitonealraum blickt, wird sie von dem Serosaepithel überzogen: die in den Sinus pulmonalis blickenden Teile der Oberfläche erhalten eine Bekleidung durch

das Endothel dieses Sinus. Das Innere des Lungensackes wird von einem geschlossenen Epithelüberzug ausgekleidet. / ((GAUPP 01.)

Ich gebe zwei Abbildungen von Schnitten durch die Froschlunge. Deren erste (Fig. 118) gibt ein Übersichtsbild ähnlich der Figur RENAUTS (siehe oben). Jedoch stellt meine Figur nicht ein Schema (wie die RENAUTS) dar, sondern einen speziellen, nach dem Präparat gezeichneten Fall. Meine Figur kann zur Illustration der vorausgeschickten Beschreibungen der Autoren dienen. Sie zeigt besonders deutlich die Verteilung des Muskelgewebes *M*, soweit dasselbe bei der gewählten Vergrößerung sichtbar ist; ferner die Verbindung der Endräume *En* mit den Vorräumen, die ihrerseits (in der Zeichnung an fünf Stellen) mit dem Innenraum der Lunge frei kommunizieren. Einzelheiten sind in der bei stärkerer Vergrößerung gezeichneten Figur 119 zu sehen. Es zeigt sich hier, wie reich die Muskulatur in den Septen und selbst in der Außenwand bis unter die Lungenoberfläche *LO* verbreitet ist. Es ist ferner das respiratorische Epithel in der Figur angedeutet (Wechsel von Epithelzellen und ovalen Blutkörperchen). Deutlich ist das die großen Muskelbalken der Innenfläche überkleidende Flimmerepithel, dessen Verbreitungsbezirk (es kleidet den gesamten

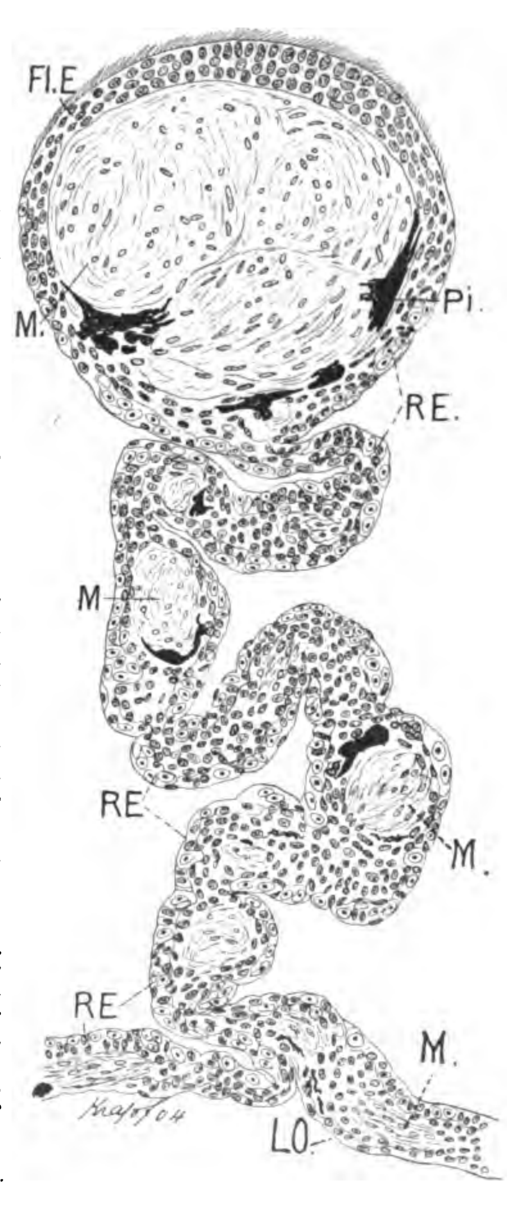


Fig. 119. **Lunge vom Frosch (Rana).** Ein kleiner Abschnitt der Lungenwand (vergl. das Übersichtsbild Fig. 118) bei etwas stärkerer (200facher Vergrößerung, reduziert auf $^{9}/_{10}$) dargestellt. *FlE* Flimmerepithel, *M* Muskulatur, *Pi* Pigment, *RE* respiratorisches Epithel (die Blutkörperchen in den Kapillaren sind als Ovale mit schwarzem Kern hervorgehoben), *LO* Lungenoberfläche.

Lungeninnenraum bis zum Beginn des respiratorischen Epithels aus) auch in der Fig. 118 markiert ist. Endlich tritt auch die Anordnung des Pigments im Bindegewebe hervor.

Nachdem so eine Übersicht über die räumliche Verteilung der Bauelemente gewonnen ist, wenden wir uns zu der von zahlreichen

Forschern intensiv studierten und in einer großen zerstreuten Literatur (manche Angaben mögen deshalb hier übersehen sein) gegebenen Schilderung der einzelnen Gewebe in der Reihenfolge: Epithel, Bindegewebe, Muskulatur, Blutgefäße, Lymphgefäße, Nerven und Nervenendigungen.

/Epithel der Lunge: In der Froschlunge finden (Versilberung) sich zweierlei Verhältnisse der Epithelzellen. Am häufigsten findet man in allen Alveolen über den Kapillaren ein gleichmäßiges, vollständiges, einfaches Plattenepithel, wie beim Triton (siehe dort), und stoßen hier die abgeplatteten Zellen mit ihren Ecken fast durchgängig in den Kapillarmaschen zusammen (siehe Fig. 120). Die Kerne der Epithelzellen liegen

Fig. 120.

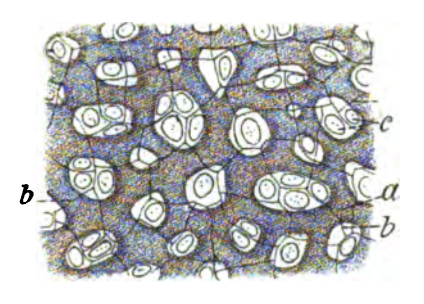


Fig. 121.

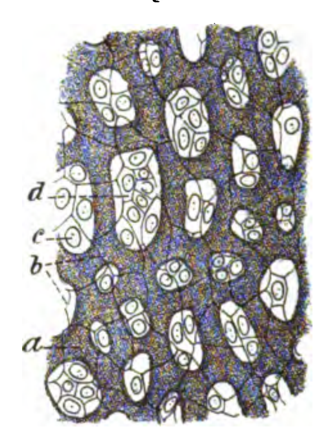


Fig. 122.

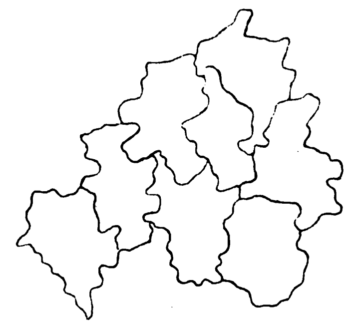


Fig. 120. **Lungenepithel vom Frosch** (Versilberung). Die Abbildung zeigt das gewöhnlichere Verhältnis, ein gleichmäßiges Epithel. *a* Kapillaren, *b* Konturen der Zellen, *c* Kerne der Zellen. Vergr. zirka 350fach, reduziert auf $^4/_5$. (Nach Elenz *64*.)

Fig. 121. **Lungenepithel vom Frosch** (Versilberung). Zeigt das seltenere Vorkommen kleinerer Zellen in den Kapillarmaschen. *a* Kapillaren, *b* Konturen der größeren abgeplatteten Zellen, *c* Kerne der größeren Zellen, *d* Kapillarmasche mit einer Insel von fünf kleinen Zellen. Vergrößerung zirka 350fach, reduziert auf $^4/_5$. (Nach Elenz *64*.)

Fig. 122. **Epithel der Pleura vom Frosch.** Es sind nur die durch Versilberung dargestellten Zellgrenzen gezeichnet. Vergrößerung zirka 350fach, reduziert auf $^4/_5$. (Nach Elenz *64*.)

auch hier konstant in den Kapillarmaschen, exzentrisch in den Ecken der Zellen. Beim zweiten, selteneren Verhältnis sieht man, außer den bekannten abgeplatteten Zellen, in einzelnen Kapillarmaschen (durchaus nicht in allen), Gruppen kleinerer Zellen, die aber die Masche nie ganz ausfüllen, so daß immer noch Teile der größeren Zellen in die Masche hineinragen (siehe Fig. 121). Es besitzen diese kleineren Zellen einen Kern und Inhalt, während die größeren Zellen zum größten Teil abgeplattet und inhaltslos sind und nur innerhalb der Kapillarmaschen um den Kern herum zuweilen noch etwas Inhalt zeigen.

Zum Unterschied ist in Figur 122 das Epithel der Pleura abgebildet.

Die vermeintlichen Lungenepithelzellen von EBERRTH und ARNOLD (siehe oben p. 175 ff.) sind demnach nur die Teile der Zellen, welche in den Maschen liegen. Daß die EBERTHsche Cuticula eigentlich nicht existiert und daß das. was EBERTH an frischen Lungen als solche aus den Alveolen isolierte, einfach das Epithel war, ist hiernach einleuchtend. / (ELENZ *64*.)

/ Die Innenfläche der Froschlunge ist von einem Epithel ausgekleidet: an den septalen Scheiteln ist es ein zylindrisches Flimmerepithel, das sich von dem beide Lungen verbindenden Mittelstück ununterbrochen auf alle Scheitel fortsetzt; die Alveolenwände haben ein polygonales, kontinuierliches Epithel von nahezu gleichem Durchmesser in allen Richtungen. / (KÜTTNER *74*.)

/ Die Flimmerzellen auf den Balken der Lunge verhalten sich bei Rana esculenta ähnlich wie diejenigen der Mundhöhle, nur daß viele der ersteren Zellen niedriger, mehr kubisch oder selbst abgeplattet sind. / (AUERBACH *74*.)

/ Die Lungenepithelien des Frosches bestehen aus einer sehr dünnen, membranförmigen Platte, welche die Gefäße bedeckt, während die Kerne und das Protoplasma der Zellen die intervaskulären Grübchen einnehmen. / (RANVIER *89*).

/ In der Lunge finden sich zwischen den Epithelzellen Lymphstigmata (Stomata). In der Froschlunge (wahrscheinlich auch bei Warmblütern) finden sich in den zwischen den Lungenbläschenkapillaren restierenden Inselchen Spalträume (Saftkanälchen), deren einzelne Fortsätze mit Kapillaren in Verbindung treten. / (v. THANHOFFER *85*.)

/ Das Lungenepithel beschreibt BERDAL nach Präparaten vom Frosch. / (BERDAL *94*.)

/ Bindegewebe der Lunge: Elastische Elemente vermißt ARNOLD in den Alveolen und Septa der Froschlunge fast vollständig, die Bindesubstanz ist noch homogener als beim Menschen und erscheint noch ärmer an Kernbildungen, dagegen finden sich zahlreiche Pigmentzellen, namentlich in den Scheidewänden. / (J. ARNOLD *63b*.)

/ Das Lungengewebe von Rana esculenta besteht wesentlich aus elastisch faseriger Bindesubstanz mit eingestreuten Muskelfasern und Pigmentzellen. Das Kapillarnetz zeigt sehr enge Maschen. Das ganze Gewebe ist so elastisch, daß ein kleiner Einstich genügt, um die sämtliche Luft auszutreiben und den Sack zusammenfallen zu machen. / (VOGT und YUNG *94*, p. 597.)

/ „Das Bindegewebe füllt die Zwischenräume zwischen den Muskelbalken und den Gefäßen aus und bildet so die Grundlage der Lungenwände. Besonders kräftig ist es in der äußeren Lungenwand; in den Septis ist es lockerer. In der äußeren Lungenwand bildet es die äußerste Schicht, der nach innen die dünnen Muskelzüge aufliegen. Auf diese folgte dann gegen das Lumen hin noch eine dünne subepitheliale Bindegewebsschicht, der die Gefäße eingelagert sind. In den Septis bildet Bindegewebe den Grundstock, die Muskelzüge laufen zentral, so daß sie beiderseits noch von der gefäßführenden Bindegewebsschicht bedeckt sind."

Feine elastische Fasernetze sind im Bindegewebe der Lunge beim Frosch nur spärlich entwickelt. Reichlich sind dagegen sternförmige schwarze Pigmentzellen vorhanden. / (GAUPP *01*.)

/ Muskulatur: Die Angabe KÖLLIKERS (Zeitschr. f. w. Zool., Bd. I), daß die Lunge des Frosches sehr zahlreiche stärkere und feinere, evident

aus glatten Muskelfasern zusammengesetzte Balken besitzt, bestätigt LEYDIG. / (LEYDIG *53a.*)

/ An die Stelle der elastischen Elemente treten in der Froschlunge Züge glatter Muskelfasern, welche den wesentlichsten Bestandteil der dicken Septa ausmachen. / (J. ARNOLD *63b.*)

/ Glatte Muskelfaserzüge bilden in der Lunge des Frosches ein Balkengerüst für Arterien und Nerven, sie bilden die Hüllen für alle großen Venen in den Scheiteln der Septa und scheinen zur Regulierung der Spannung vorhanden zu sein. / (KÜTTNER *74.*)

/ „Das glatte Muskelgewebe, das die hauptsächlichste Grundlage der Lungenwand und der Septa (in der Froschlunge) repräsentiert, bildet feinere und gröbere Balken, die untereinander zusammenhängend ein festes Gerüstwerk herstellen. Die stärksten, dicksten dieser Muskelbalken liegen in den freien verdickten Rändern der Hauptsepta, die Balken in den Rändern der Septa zweiter Ordnung sind entsprechend dünner. Von diesen kräftigen Hauptsträngen der Scheidewandränder gehen dünnere Züge ab, die in den Septis heruntersteigen und mit dem feineren Balkenwerk der äußeren Lungenwand zusammenhängen. (Eine genauere Darstellung des speziellen Verlaufes der Muskelbalken in der Froschlunge liegt bis jetzt nicht vor, wäre aber von Interesse.) Unter den Randmuskelbalken der Septa verlaufen die dicken Venen der Lunge.“ / (GAUPP *01.*)

/ Blutgefäße. Blutkapillaren liegen in der Froschlunge sowohl in den Alveolen, als über die Septa hin. Die Kapillaren bestehen aus einer strukturlosen Wand mit Kernen. Der Durchmesser der Kapillaren beträgt 0,004—0,006 Linien, die Maschen sind eng, doch größer als beim Menschen. In denselben finden sich 3—12 Epithelzellen. Mit dem Ausdehnungszustande der Lunge wechselt die Form des Kapillarnetzes, der Gewebsräume und der Epithelzellen. / (J. ARNOLD *63b.*)

/ LEOPOLD AUERBACH untersuchte die Blutkapillaren der Froschlunge. Die der atmosphärischen Luft abgewandte Seite soll sich von der dem Lungengewebe zugekehrten Hälfte (Halbzylinder) der Blutkapillaren unterscheiden, einmal dadurch, daß die seitlichen Ränder der Kapillaren von Zellennähten eingenommen sind. Diese Randnähte sind durch andere geschlängelt verlaufende Nähte verbunden, von welchen wenige auf der Luftseite, die meisten auf der Rückseite der Gefäße sich befinden und mit den Randnähten zusammengeschlossene Zellen umgrenzen. „Es sind aber die der Luftseite angehörenden Zellen sehr viel größer als die der Rückseite, in mehrere umfangreiche Zipfel auslaufend, oder häufig selbst eine Masche des Netzes mit ihrem Rande ganz umfassend, so daß zwei Zipfel derselben Zelle auf der anderen Seite der Masche sich treffen und berühren. Die Zellen der Rückseite sind beträchtlich kleiner und im ganzen von oblonger Form.“ Diese konstante Verschiedenheit dürfte wohl zu der besonderen Funktion des Gasaustausches durch die der Lungenhöhle zugewandte Seite der Kapillaren in Beziehung stehen. / (L. AUERBACH *65.*)

Betreffend die Anordnung der Blutgefäße in der Froschlunge verweise ich besonders auf die stereoskopischen Abbildungen und die Schilderung von KÜTTNER (*74*), welcher ich folgendes entnehme:

/ An der nicht injizierten Froschlunge, namentlich bei Rana temporaria, lassen sich die Gefäße der Anordnung der Pigmentzellen nach verfolgen, ihr Verlauf approximativ bestimmen, sogar die kapillare Auflösung ist nach den Epithelfeldern sowohl bei Rana temporaria wie escu-

lenta zu unterscheiden. Was die arteriellen Verzweigungen an der Froschlunge anlangt, so ist anzuführen, daß nur die Arterienenden sich einigermaßen dendritisch auflösen. An den großen Arterien finden sich neben den abwechselnd großen langgestreckten, diagonal über die Alveolen hinziehenden Zweigen noch kurze Stämmchen, die sich sofort kapillär auflösen. An den Gefäßen 2. und 3. Ordnung sind es häufig die rechtwinkelig ansetzenden Kapillaren, die das der Arterie zunächst liegende Gefäßgebiet bilden. Dort wo die Septa in den Lungensack hineinragen, liegen drei Lagen kapillärer Netze übereinander, von denen das erste der Oberfläche, die beiden anderen der kapillären Ausbreitung der beiden Flächen des Septums angehören. Auch die kapillären Venen bedürfen, wie die kapillären Arterien, keiner allmählich stärker werdenden Gefäße: wie die größeren Arterien sofort kapilläre Gefäße abgeben, in derselben Weise treten enge venöse Röhren rechtwinkelig und direkt in die großen Venen.

Die große Geschwindigkeit, mit der das Blut in den Arterien, Venen und Kapillaren kreist, scheint durch die Gefäßanordnung sowohl vor, als in der Lunge bedingt zu sein: der Ursprung der Arteria pulmonalis aus dem Bulbus Aortae treibt das Blut mit derselben Kraft in den kleinen wie großen Kreislauf; die Gefäßanordnung aber in der Lunge vermindert die Widerstände. KÜTTNER bezieht sich hier auf den Abgang engster Röhren aus relativ starken Arterien, auf das weite Kapillarnetz, in dem das Blut in einfachen Kurven strömt, auf die relativ starken Venen und den plexiformen Bau der großen Sammelvenen, die das Blut ins Atrium führen. Diese Gefäßanordnung erleichtert den Durchgang großer Blutmengen durch die Lungen in relativ kurzer Zeit und hat Bezug zur Funktion des Organs. Es ist in den Lungen eine Einrichtung der Gefäßbahn und Eigentümlichkeiten des Blutstromes gegeben, welche merklich abweichen von den in anderen Gefäßen beobachteten Verhältnissen: sie erlauben sowohl die Zirkulation relativ großer Blutmengen, als auch eine rasche Kompensation von Zirkulationsstörungen. / (KÜTTNER *74*.)

/ Im Gegensatz zu KÜTTNER findet TH. HOFFMANN, daß der Verlauf der Blutgefäße beim Frosch (Rana temporaria) nur insoweit durch die Anordnung der Pigmentzellen gekennzeichnet wird, als sie von Lymphbahnen begleitet werden. Da, wo Blut- und Lymphgefäße selbständig verlaufen, verlassen die Pigmentzellen die ersteren, um den letzteren zu folgen. Das bezieht sich namentlich auf die kapilläre Auflösung der Blutgefäße. In diesem Gebiet nämlich werden die Blutgefäße weder von Lymphgefäßen, noch auch von Pigmentzellen begleitet. / (TH. HOFFMANN *75*).

/ „Über den dicken Muskelbalken, die den Kämmen der hohen Septa eingelagert sind, liegt ein dichteres Bindegewebspolster, in dem lymphatische Elemente diffus verstreut sind, und in dem sich außerdem sehr spärlich entwickelte Blutkapillaren finden. Im Gegensatz dazu ist im Grunde der Kammern und an den freien Flächen der Septa das dem Lungenlumen benachbarte und von ihm nur durch das Epithel getrennte (respiratorische) Kapillarsystem sehr reich verzweigt und engmaschig. Das Verhalten in den Kämmen der niedrigeren Septa wechselt: entweder liegt auch hier über dem Randmuskelbalken das engmaschige respiratorische Kapillarnetz, oder aber das Verhalten ist so wie in den hohen Septis. — Den eben geschilderten Verschiedenheiten in der Anordnung der Gefäße entspricht auch ein verschiedener Charakter des bedeckenden Epithels.“ / (GAUPP *01*.)

L y m p h g e f ä ß e: / v. RECKLINGHAUSEN sagt über die Lymphgefäße der Lunge des F r o s c h e s: „Hinsichtlich dieser Lymphgefäße kann ich nicht viel Neues den Beschreibungen PANIZZAS hinzufügen. Die größeren, in die Säcke am Insertionspunkt mündenden Stämme verlaufen in den Furchen zwischen den lobuli, so daß sie oft einen dreiseitigen Querschnitt bekommen und fast stets die Blutgefäße umhüllen, die kleineren laufen an der Peripherie der Alveolen und schicken endlich Zweige noch über letztere fort, welche bisweilen blind endigten. Ob letzteres einer unvollständigen Injektion entsprach, oder ob blinde Ausläufer wirklich existieren, vermag ich nicht anzugeben.“ / (v. RECKLINGHAUSEN *62*.)

/ Bezüglich der Lymphgefäße der Lunge von R a n a t e m p o r a r i a kommt TH. HOFFMANN zu folgenden Resultaten: Das Lymphsystem in der Lunge der Rana temporaria folgt den an anderen Organen dieses Tieres bestehenden Regeln nicht. Die Lymphbahnen haben in der Lunge einen bei weitem selbständigeren Charakter, als z. B. am Darm und Mesenterium. Die Lymphkanäle der Froschlunge haben eigene Wandungen, doch ist das Endothel derselben nur ein rudimentäres. Sie sind ihrem Bau nach echte Kapillaren, aus ihnen entspringt das Saftkanalnetz der Lunge direkt. / (TH. HOFFMANN *75*, p. 53 und 54.)

/ Während die größeren Arterien stets von zwei sie als Satelliten begleitenden Lymphgefäßen begleitet werden, entsprechen sich beide Gefäßsysteme in ihrer Lagerung im Kapillargebiet nicht mehr. Hier sind beide durchaus selbständig. / (TH. HOFFMANN *75*, p. 28 und 30.)

In der Froschlunge finde ich auf den gröberen Balken gegen den Innenraum zu in und unter dem Epithel beträchtliche Anhäufungen von L y m p h z e l l e n und Lymphgewebe.

N e r v e n u n d N e r v e n e n d i g u n g e n: / Die Nerven im Lungengewebe sah REMAK beim F r o s c h in kleine Ganglien anschwellen. / (LEYDIG *57*, p. 375.)

/ Die Ganglienzellen in der Lunge wurden von BEALE und J. ARNOLD (1863) beim Frosch beschrieben. / (W. KRAUSE *76*.)

/ Die in der Gegend des Hilus in die Lungen des F r o s c h s sich einsenkenden Nervenstämmchen bestehen vorwiegend aus dunkelrandigen Fasern, lassen außerdem sehr schmale glänzende und breite blasse Fasern erkennen und enthalten gangliöse Bildungen, jedoch in spärlicher Anzahl. Die Nervenstämmchen gehen schon außerhalb des Hilus Verbindungen untereinander ein. Im Lungengewebe werden die gangliösen Bildungen viel zahlreicher. Plexusbildungen sind nicht sehr entwickelt. Die gangliösen Bildungen zeigen „Glockenform“. An den peripherischen Verzweigungen beteiligen sich die dunkelrandigen schmalen Fasern garnicht, die Glockenapparate in unvollständiger Weise, es bleiben also nur die breiten dunkelrandigen und die breiten blassen Fasern übrig. Die aus den Teilungen der breiten blassen, von bandartiger Beschaffenheit hervorgehenden Nervenfäden verbinden sich zu einem Netze, welches über die Wände der Alveolen ausgespannt ist und Maschen von sehr wechselnder Größe bildet. Die Nervennetze benachbarter Alveolen stehen durch zahlreiche Anastomosen miteinander in Zusammenhang. Dunkelrandige Fasern gehen in die Netzbildung nicht ein, begeben sich vielmehr zu den Muskelbalken der Septen, in und auf denen sie unter Vermittlung blasser Fasern Netze bilden. / (J. ARNOLD *63b*.)

/ In den in die F r o s c h l u n g e eintretenden Nervenstämmen sind die amyelinen Nervenfasern überwiegend über die myelinen (letztere nicht mehr als 10). Diese teilen sich dichotomisch in entsprechend gemischte

sekundäre Nervenstämmchen, außerdem gehen noch von starken Stämmen zahlreiche Stränge lauter amyeliner Fasern zu den Alveolen. Die starken Nervenstämme besitzen zahlreiche gangliöse Apparate, besonders entwickelt an den Teilungsstellen und noch mehr, wo sie sich mit Alveolensepta durchkreuzen; die schwächeren gemischten oder amyelinen Nervenstämmchen sind immer von einzelnen gangliösen Nervenzellen begleitet. In jede Nervenzelle tritt eine meistenteils amyeline Nervenfaser ein. Außerdem gibt es in der Mehrzahl der Nervenzellen noch eine zweite Nervenfaser, welche die erste spiralweise umgibt. Andere ovale oder runde Formen von Nervenzellen faßt EGOROW als junge unvollkommen entwickelte Elemente auf. Nicht die myelinen, sondern erst die amyelin gewordenen Fasern vereinigen sich in den Alveolensepta netzartig und endigen in Muskelzügen der Alveolensepta. Die amyelinen Nervenfasern dienen nicht nur zur Bildung von Netzen in Alveolen, sondern versorgen auch die größeren und mittleren Blutgefäße. Zu den kleineren Blutgefäßen gesellen sich feinere sekundäre Stränge von amyelinen Fasern hinzu. / (EGOROW *79*.)

/ KANDARAZKI kann im Gegensatz zu ARNOLD keine Zellen von glockenförmiger Gestalt finden, auch stimmt er darin nicht mit ARNOLD überein, daß in der Lungenspitze keine Nervenzellen vorkämen. Sie finden sich auch hier und liegen ebenfalls an den Nerven. / KANDARAZKI *81*.)

/ W. EGEROW *79* hat die Nerven der Froschlunge beschrieben und dort eine ähnliche Anordnung wie STIRLING in der Tritonlunge (siehe dort) gefunden. STIRLING hat die Froschlunge gleichfalls untersucht und stimmt in der Hauptsache mit den Beobachtungen von EGEROW überein, ebenso mit den neueren Resultaten von KANDARAZKI *81*. / (STIRLING *81*.)

/ In der Lunge von Rana temporaria finden sich, wie bekannt ist, zwei Arten von Nervenfasern, welche von einem oder wenigen Nervenstämmen ausgehen. Die markhaltigen und die blassen Nervenfasern bilden Netze, welche voneinander unabhängig sind. Die Verzweigungen der blassen Fasern gehören sowohl zu den Lungenalveolen als dem ganzen Inneren der dicken und mittleren Muskelbündel und der Blutgefäße; dagegen die ausgedehnten Verzweigungen der Achsenzylinder finden sich nur in den dicken und mittleren glatten Muskeln. Endigungen in punktierten netzförmigen Platten finden sich in den dicken und mittleren Muskelbündeln und an der Ursprungsstelle der kleinen. In den kleinen Muskelbündeln finden sich Achsenzylinderendigungen und auch sehr kleine netzförmige Platten. / G. CUCCATI *88*.)

Die punktierten netzförmigen Platten (piastrette retiformi punteggiate) und die sehr kleinen netzförmigen Platten (piccolissime piastrette reticolate) CUCCATIS *88*, scheinen mir den später von SMIRNOW *88* beschriebenen „Nervenknäueln" (wie auch WOLFF *02* annimmt, siehe oben p. 243 ff.) und den schon früher (siehe bei SMIRNOW) von ARNOLD als Artefakte gedeuteten Endplatten zu entsprechen.

/ Der Publikation SMIRNOWS ging die vorläufige Mitteilung von CUCCATI (Nota preventiva, presentata alle Reale Accademia di Bologna nella Sessione del 15 Gennaio 1888) voraus.

SMIRNOW findet, daß die dünnen Nervenstämmchen, die sich von den dickeren in die Froschlunge eintretenden Nervenstämmen abzweigen, um sich zu den muskulösen Balken zu begeben, neben blassen Fibrillenbündeln myelinhaltige Nervenfasern enthalten. Durch Teilungen und Faseraustausch kommt auf der Oberfläche der Muskelbalken ein weitmaschiges nervöses Geflecht zustande, aus welchem myelinhaltige Fasern

austreten, die nach verhältnismäßig kurzem Verlaufe in einem Endknäuel ihr Ende finden. Der Nervenendknäuel kommt dadurch zustande, daß die myelinhaltige Nervenfaser terminale Zweige abgibt, die als feine nackte Fäden gewunden verlaufen, Teilungen eingehen und schließlich in ein Netz feinster variköser Fibrillen übergehen. Freie Nervenendigungen kommen bei vollständiger Färbung niemals vor. Die Myelinscheide schwindet entweder an der Eintrittsstelle der Faser in den Knäuel oder kurz vorher. In den Knäuel treten außerdem spärliche variköse Nervenfasern ein, die für die in und an dem Knäuel liegenden Kapillaren bestimmt sind. Häufig sieht man aus dem Knäuel Nervenfäden austreten, die bis an einen benachbarten Knäuel zu verfolgen sind. Die Dimensionen der Nervenknäuel sind sehr verschieden. Fig. 123 und 124 stellen die extremen Größen dar. In den Knäueln liegen Zellen. — Die den Muskelbalken aufliegenden blassen Fibrillenbündel lösen sich unter Plexusbildung schließlich in einzelne variköse Fibrillen auf, die für die glatte Muskulatur bestimmt sind. Auf den muskulösen Balken sieht man außerdem gangliöse Bildungen, die mit den blassen Fibrillenbündeln zusammenhängen. Die aus den Ganglien austretenden Fibrillen sind bis an die Muskelspindeln zu verfolgen. Ganz ähnliche Ganglien sind in den dünnen gemischten Nervenstämmchen in der Nähe des Hilus zu konstatieren. Hier findet man sie in der Nähe der Gefäße.

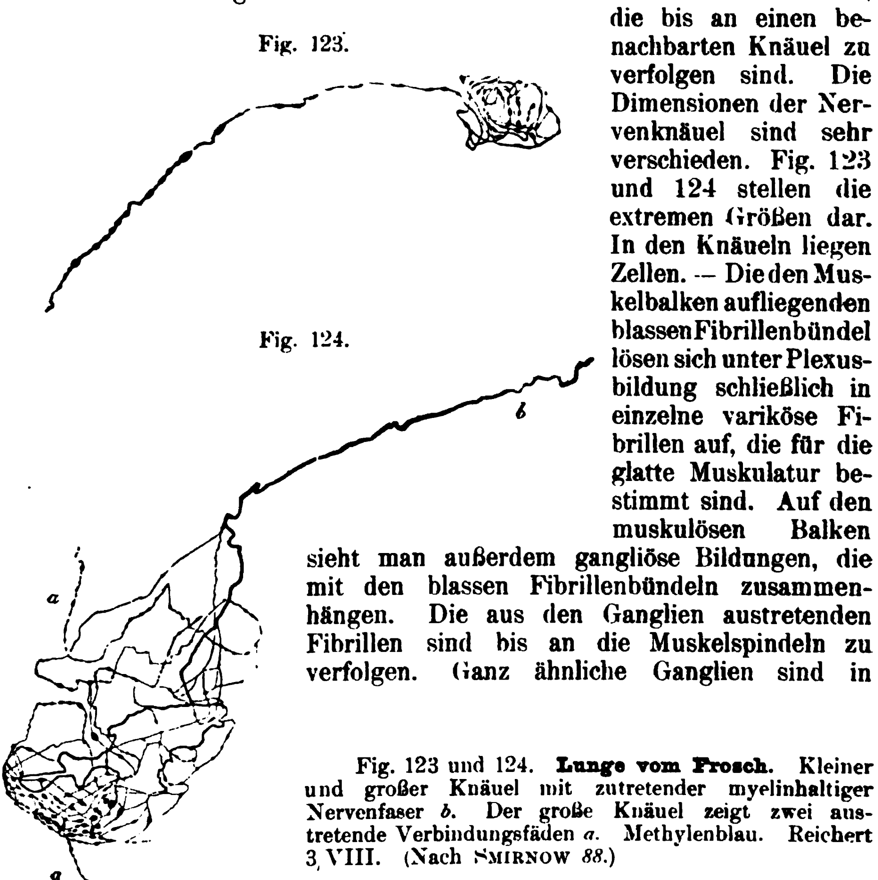


Fig. 123 und 124. **Lunge vom Frosch.** Kleiner und großer Knäuel mit zutretender myelinhaltiger Nervenfaser *b*. Der große Knäuel zeigt zwei austretende Verbindungsfäden *a*. Methylenblau. Reichert 3, VIII. (Nach SMIRNOW *88*.)

Die „Nervenendknäuel" sind schon 25 Jahre früher von ARNOLD andeutungsweise gesehen, aber als Artefakte gedeutet und als Endplatten bezeichnet worden. / (SMIRNOW *88*.)

Entwicklung der Froschlunge: / Bei Rana esculenta entwickelt sich die Lunge etwas später als bei Rana temporaria. Die erste Anlage der Lungen bei Rana temporaria betrachtet WEYSSE als eine gewisse Gruppe von Dotterzellen, die ebenso fest bestimmt ist, wie die Gruppe der Leberanlage. Die erste Anlage der Lungen entsteht schon,

während die Dotterzellen erst teilweise differenziert sind. Der Prozeß hat nur geringe Ähnlichkeit mit einer die Bildung dieser Anlage bezweckenden Ausstülpung der Vorderdarmwand./ (WEYSSE *95*.)

/Nach HEMPSTEAD sind die Hauptzüge der Entwicklung der Lungen bei den amerikanischen Fröschen (Rana catesbiana, R. silvatica und R. virescens) folgende: Die Bildung des Atmungsapparates ist ähnlich derjenigen bei der Kröte, unterscheidet sich jedoch von der letzteren darin, daß die Verbindung mit dem Pharynx sehr frühzeitig im Larvenleben stattfindet, statt am Ende, wie bei der Kröte. Der Atmungsapparat entsteht als ein solider Auswuchs von einem soliden Teil des Pharynx, ungleich der Bildung der Lungen bei Bombinator, wie sie von GÖTTE beschrieben wurde und ungleich den Beschreibungen des Prozesses bei allen anderen europäischen Formen. Das Lungenrudiment ist einfach und solid und nicht eine paarige hohle Ausstülpung, wie sie von MARSHALL beschrieben wurde./ (HEMPSTEAD *00*.)

/Nach F. MOSER ist die embryonale Lunge von Rana temporaria anfangs ein dickwandiges Säckchen von lockerem Bindegewebe und zwei Lagen Plattenepithel, engem Lumen und mit zwei großen Gefäßen, lateral und medial. Sie wird immer größer unter Erweiterung des Lumens und Verdünnung der Wand, in der sich allmählich Muskulatur herausdifferenziert. In größeren und kleineren Zwischenräumen buchtet sie sich aus, während die festbleibenden Punkte dazwischen zu Septen werden. Bei der 3,2 cm langen Larve findet sich, vom Darm her distal fortschreitend, ein (durch Umwandlung, nicht durch Einwachsen) aus hohen, mit dichten Wimpern besetzten Zellen bestehender Streifen, der bei einer Larve, die am Ende der Metamorphose steht, bis fast an das Ende der Lunge reicht. Dieser auch von EBERTH (bei Triton) gefundene Streifen erhält sich lange Zeit in seiner ganzen Auffälligkeit; erst später erhalten auch die anderen Septen Wimperepithel, wodurch er an Bedeutung und Auffälligkeit verliert./ (F. MOSER *02*.)

Discoglossus.

/MONDIO hat an den Lungen von Discoglossus die durch SMIRNOW und CUCCATI mit vitaler Methylenblaufärbung über die Nervenendigungen der Froschlungen gemachten Untersuchungen wiederholt, wobei er etwas verschiedene Resultate erhielt, nämlich folgende: Nachdem die großen Nervenstämme im Hilus der Lunge eingedrungen sind, teilen sie sich sofort wiederholt dichotomisch in immer feinere Zweige, indem sie sich über die ganze Lungenoberfläche verbreiten. Es finden sich hier markhaltige und marklose Fasern. Die blassen Fasern enden, nachdem sich auf den glatten Muskelfasern weitmaschige Netze gebildet haben, oft frei mit sehr feinen Fäden, welche von diesen Netzen ausgehen, da, wo die markhaltigen Fasern nach mehr oder weniger langem und varikösem Verlauf und nachdem sie oft mit anderen von anderen Ästen kommenden Fasern Anastomosen eingegangen sind, in Netzen mit engen Maschen endigen, oder vielmehr in einer Verschlingung äußerst feiner Fasern (plaques rétiformes von CUCCATI und pelotons nerveux terminaux von SMIRNOW). Diese Platten oder Knäuel werden bald von sehr feinen varikösen Fasern mit einer kleinen Zahl von Anschwellungen und Körnchen, bald von einer großen Zahl von Körnchen, von Punktierungen mit einigen Fäden gebildet. Die Platten CUCCATIS und die Knäuel SMIRNOWS hält MONDIO für ein und dieselben Bildungen, so daß die Verschiedenheit der von den beiden Autoren beschriebenen Bilder der ver-

schiedenen Behandlung zuzuschreiben wäre. MONDIO findet, daß zu derselben Platte (oder Knäuel) bisweilen neben der markhaltigen Faser eine blasse Faser endigt, bisweilen am entgegengesetzten Pol, ohne daß die blasse Faser die Fortsetzung der markhaltigen wäre. Die Platten oder Knäuel sind in der Scheide, welche den Muskel umhüllt, zwischen einem Bündel und dem anderen der Lungenalveolen, bald längs, bald quer, je nach der Anordnung der glatten Muskelbündel, angeordnet. Mit SMIRNOW denkt MONDIO daran, daß diese Platten (Knäuel) Sinnesorgane sein könnten. Oft hat MONDIO in der Discoglossuslunge Endknospen oder kleine, von einem myelinlosen Nervennetz getragene Kugeln gesehen. Er glaubt, daß die kleinen Kugeln als Bewegungsorgane, die Knäuel dagegen als sensible Organe gedeutet werden könnten.

Weitmaschige Nervennetze, gebildet von feinen blassen Fasern, finden sich häufig in den Lungenalveolen. Von diesen gehen oft variköse Fäden aus, welche entsprechend CUCCATIS und entgegen SMIRNOWS Angaben frei endigen. Solche Netze findet man bisweilen unter der Serosa der Lunge, bisweilen unter dem Lungenepithel selbst und bisweilen sieht man dieses Netz auch in nahe Beziehungen zu den Epithelzellen treten, derart, daß jede Zelle von einem nervösen Reticulum umgeben wird.

Im Verlauf der blassen Nervenfasern finden sich oft Ganglienzellen außen am Muskelgewebe angeordnet.

Endlich sieht man bisweilen Nervenfasern, welche einen viel längeren und spiraligen Verlauf zeigen und von Stelle zu Stelle Anschwellungen zeigen. Diese Fasern endigen, ohne Anastomosen mit benachbarten Fasern einzugehen, bald mit sehr feinen Körnchen, bald frei, indem sie sich in zwei oder drei sehr feine Fäden teilen./ (MONDIO *92*.)

Alytes obstetricans.

Die Lunge ist in der Gliederung der Lufträume weniger weit entwickelt, als die Froschlunge, doch tragen die den Innenraum begrenzenden Septenfirsten auch hier deutliche Züge glatten Muskelgewebes.

Pelobates fuscus.

/ Die Lunge von Pelobates fuscus, deren Entwicklung F. MOSER p. 637 ff. beschreibt, zeigt einen recht komplizierten und schon sehr an die Lungen der Reptilien erinnernden Bau./ (F. MOSER *02*.)

Bombinator.

/ GÖTTE beschreibt die Entwicklung der Lunge bei Bombinator folgendermaßen: „Hinter der Kehlkopfgegend bleibt nicht bloß der dorsale Abschnitt des Lungendarms als vordere Speiseröhre etwas erweitert, sondern auch der ventrale buchtet sich seitlich aus und bildet so die breite Lungenwurzel, deren Höhle mit dem Kanal der vorderen Speiseröhre noch einige Zeit gleichsam durch eine hintere Fortsetzung der Stimmritze in Verbindung bleibt. . . . . . Die Anlagen dieser Organe (die Lungen) sind aber nicht als einfache Ausstülpungen des Lungendarms aufzufassen, sondern nachdem eine quere Erweiterung der Darmblattröhre die Lungenwurzel angedeutet, entwickelt zunächst das Visceralblatt eine größere Tätigkeit, indem es unter dem Zufluß der alsdann überall einwandernden Dotterbildungszellen jederseits von der Lungenwurzel aus rückwärts zu einem mächtigen soliden Wulste anschwillt, welcher in kontinuierlichem Zusammenhange mit der übrigen Darmwand über sie hingleitet.“ / (WEYSSE *95*.)

Bufo.

/ Die Schallblase des Männchens von Bufo calamita ist unpaar, in der Mitte der Kehle gelegen. Es führt nur eine Öffnung und zwar auf der rechten Seite zwischen Zunge und Kinnlade in den Sack. Die Muskulatur des letzteren ist so dunkel pigmentiert, daß sie sich dadurch stark von der Umgebung abhebt. Wimpern vermißt LEYDIG an der epithelialen Auskleidung des Sackes. / (LEYDIG *77*, p. 44.)

/ Der Kehlsack des Männchens von Bufo variabilis ist zwar ebenfalls stark pigmentiert, doch nicht in dem hohen Grade, wie solches bei Bufo calamita der Fall ist. / (LEYDIG *77*, p. 47.)

Hyla arborea.

/ Der Kehlsack des Männchens entbehrt, was LEYDIG entgegen der Angabe anderer behauptet, des Flimmerepithels, er ist von hellen, dem Plattenepithel zunächst stehenden, flimmerlosen Zellen ausgekleidet. Die zwei zum Kehlsack führenden Öffnungen liegen zwischen dem Bogen der Unterkinnlade und dem vorderen Zungenbeinhorn. / (LEYDIG *77*, p. 100 f.)

Pipa.

A. F. J. C. MAYER *35*, p. 31 beschreibt den Larynx von Pipa americana et africana makroskopisch.

/ Literatur und makroskopische Beschreibung der Atmungsorgane, besonders des Kehlkopfs und seiner Muskulatur, von Pipa americana siehe bei GRÖNBERG. Nach GRÖNBERG kann man bei Pipa americana zum erstenmal im Tierreich von einer Cartilago thyreoidea im Sinne des Säugetierschildknorpels (hervorgegangen nach der Anschauung DUBOIS' aus dem 4. und 5. Visceralbogen nebst zugehöriger Copula) sprechen.

In der Lunge findet sich nicht nur das gewöhnliche reiche Netzwerk von erhabenen Maschen, wie bei anderen Anuren, sondern es sind auch die ins Lumen einspringenden Bälkchen von einer Stärke und Entwicklung wie bei keinem anderen Amphibium. Die hierdurch gebildeten Nischen sind deshalb sehr groß und das gemeinsame Lumen des Lungensackes ist, mit dem Verhalten bei anderen Anuren verglichen, sehr beschränkt. / (GRÖNBERG *94*.)

Hymenochirus Boettgeri.

/ RIDEWOOD hat den Larynx von Hymenochirus Boettgeri, dem dritten neuentdeckten Vertreter der Aglossa, untersucht und findet, daß hier der Larynx dieselben makroskopischen Eigentümlichkeiten zeigt, welche für Xenopus und Pipa bekannt sind, so auch das Fehlen von Stimmbändern. / (RIDEWOOD *99/00*.)

Lungenlose Amphibien.

Für diejenigen Amphibien, welche der Lungen ganz ermangeln oder nur Rudimente derselben besitzen, kommt in höherem Grade, als dies bei anderen Wirbeltieren der Fall ist, die Buccopharyngealatmung und die Hautatmung in Betracht. Von diesen beiden Atmungsformen wird auch im folgenden anläßlich der Besprechung der Resultate von BETHGE, BARROWS, CAMERANO, WILDER und anderer die Rede sein; vergl. ferner das oben p. 259 f. von GAUPP und von mir im III. Teil dieses Lehrbuches p. 19 ff. Gesagte. Das Organ der Hautatmung, die Haut, in ihrem Baue eingehend zu schildern, muß dagegen einem besonderen Teil dieses Lehrbuches vorbehalten bleiben.

/ H. H. WILDER hat bei folgenden amerikanischen Salamandriden im erwachsenen Zustand einen vollständigen Mangel von Lungen und Luftwegen gefunden, obwohl hier jede Spur von Kiemen verschwunden ist:

Desmognathus fusca,
Spelerpes bilineatus,
Plethodon erythronotus,
Spelerpes porphyriticus (vergl. auch WILDER *96a*).

WILDER beschreibt Desmognathus fusca, welche Art er hauptsächlich untersuchte als Typus, siehe auch Fig. 125 u. 126.



Fig. 125. **Querschnitt von einem erwachsenen Desmognathus**, in der Höhe der Glottiseinstülpung. *Ph.H* Pharyngealhöhle, *Ge* Glottiseinstülpung, *Ph.Ep* Pharyngealhöhle, *Bgw* Bindegewebe mit Fettzellen, *Ce.H.Ex* Musculus ceratohyoideus externus, *Thy.H* Musc.thoracico-hyoideus, *Os thy* Os thyreoideum, *Eb*$_1$ erstes Epibranchiale. (Nach WILDER *94*.)

Ein Kehlkopf kommt nicht zur Entwicklung. An der Stelle der Glottis entsteht bei großen Larven von 40—50 mm Länge eine in der ventralen Pharyngealwand gelegene Einstülpung, welche sich gegen die Muskelschicht hin erstreckt. Dieselbe bleibt bei einigen Exemplaren zeitlebens als eine deutliche mediane Falte im Boden des Schlundes, bei anderen wird sie kaum von den anderen Schleimhautfalten unterscheidbar.

Bei Desmognathus in erwachsenem Zustande kommt es nicht zur Knorpelbildung in der Kehlkopfgegend, ebenso fehlen Lungen und Trachea vollständig. Ebenso verhält sich Spelerpes bilineatus.

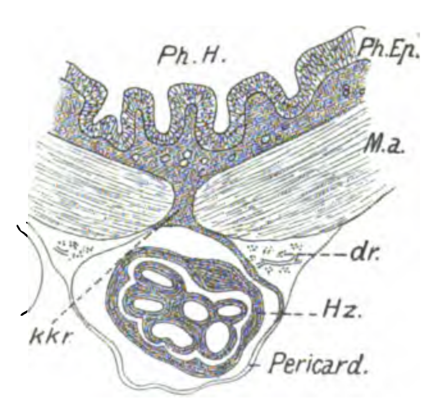


Fig. 126. **Querschnitt von einem erwachsenen Desmognathus** aus derselben Serie wie Fig. 125, weiter hinten. *Ph.H.*, *Ph.Ep.* wie in Fig. 125, *Ma* Muskel des Kehlkopfes, *dr.* Drüsenmasse, *Hz* Herz, *Kkr* Kehlkopfrest. (Nach WILDER *94*.)

Bei Plethodon erythronotus ist die Reduktion noch ausgeprägter. Wie Serienschnitte durch die Kehlkopfgegend zeigen, ist die Glottiseinstülpung kaum von den anderen Schleimhautfalten zu unterscheiden. (Später findet WILDER *96a*, daß die Glottiseinstülpung bei Plethodon und Desmognathus ungefähr gleich ist.)

Während bei Desmognathus die vom Schädel entspringende Muskulatur in der Mittellinie an einer Stelle zusammentrifft, an welcher man im Querschnitt eine aus Bindegewebe bestehende Masse (wahrscheinlich Rest des verloren gegangenen Kehlkopfes) sieht, läßt bei Plethodon erythronotus der eigentliche Kehlkopfmuskel, obwohl größer als bei Desmognathus, keinen mit Bindegewebe gefüllten Zwischenraum zwischen seinen beiden lateralen Hälften, welch' letztere direkt aufeinanderstoßen. Ebenso ver-

hält sich Spelerpes porphyriticus, auch hier gibt es keine bestimmte Glottisfalte und keine Spur von Luftwegen oder Lungen.

Als Ersatz für die Lungenatmung denkt WILDER an die Hautatmung, möglicherweise mit Atmung durch die Darmschleimhaut verbunden.

Betreffend die Berichtigung einiger Speciesnamen in dieser ersten Mitteilung vergl. die zweite Mitteilung von WILDER *96a.* (WILDER *94.*)

CAMERANO *94b, 94a* und *95* zeigte, daß bei dem italienischen Spelerpes fuscus (entsprechend der wenig vorher gemachten Beobachtung von WILDER *94* an einigen Arten der Plethodontinae und Desmognathinae von Amerika) Lungen, Trachea, Larynx und Aditus ad laryngem vollständig fehlen, und daß bei Salamandrina perspicillata (ebenfalls der italienischen Fauna angehörig) der Pulmonar- und Tracheo-laryngealapparat vollständig rudimentär ist und nicht funktioniert. In denselben Arbeiten fand CAMERANO, daß die Lungenatmung bei diesen Tieren durch die Atmung der Buccopharyngealhöhle ersetzt wird, während die Hautatmung nur eine unbedeutende Rolle spielt. (CAMERANO *94b, 94a, 95, 96c.*)

CAMERANO mißt nun die Länge der Lunge bei den verschiedenen Vertretern der Salamandridae und findet bei einem Vergleich der erhaltenen Maße mit der Körperlänge, daß in der Familie der Salamandridae die Entwicklung der Lunge sehr wechselt, nämlich von einem Drittel bis zu etwa einem Zehntel der Körperlänge (von der Schnauze bis zur Kloake). Von diesem Entwicklungsgrad ist der Übergang zu Lungenrudimenten, wie sie Salamandrina perspicillata zeigt, ein jäher. Wenn man der Lebensart der verschiedenen Arten Rechnung trägt, so findet man im allgemeinen eine stärkere Entwicklung der Lungen bei denen, bei welchen das Wasserleben vorherrscht, gegenüber denjenigen mit vorherrschendem Landleben.

Bei denjenigen Arten, bei welchen die Lungenlänge den fünften Teil der Länge des Tieres erreicht, muß die Erscheinung der Rückbildung der Lunge als schon vorgeschritten betrachtet werden, noch mehr dort, wo die Lungen (z. B. bei Molge Rusconii, Chioglossa lusitanica) kaum mehr als den zehnten Teil der Länge des Tieres messen. Bei diesen Arten besitzt die Buccopharyngealatmung sicher schon eine bedeutende Wichtigkeit, eine Wichtigkeit, welche ihr Maximum bei den lungenlosen Salamandridae erreicht.

Nach den Angaben von RUSCONI und CONFIGLIACHI *19* kann man glauben, daß die Lungenatmung bei Proteus anguineus gleich Null ist. CAMERANO glaubt, daß bei den Proteidae und Sirenidae die Lungen nur die Funktion hydrostatischer Organe haben (s. dagegen oben p. 248 ff.).

Aus den Untersuchungen von CAMERANO geht hervor, daß bei keiner Vertebratengruppe der Gasaustausch mit so verschiedenen Organen erzielt werden kann, wie bei den urodelen Amphibien, bei denen man annehmen muß, daß er sich im erwachsenen Zustand in folgender Weise vollzieht:

Der Gasaustausch vollzieht sich vermittelst

1. Kiemenatmung, Buccopharyngealatmung, Hautatmung. Die Lungen funktionieren als hydrostatische Organe. (Beispiel: Genus Proteus, Siren.)
2. Kiemenatmung, Buccopharyngealatmung, Lungenatmung, Hautatmung.

   Die Lungen funktionieren gleichfalls als hydrostatische Organe. (Beispiele: Amblystoma tigrinum branch., Molge alpestris branch. etc.)

3. **Lungenatmung**, Buccopharyngealatmung, Hautatmung.
   Die Lungen funktionieren aktiv auch als hydrostatische Organe. (Beispiele: Molge cristata, vulgaris etc.)
4. **Buccopharyngealatmung**, Lungenatmung, Hautatmung.
   Die Lungen verlieren größtenteils ihre Bedeutung als Atmungsorgane und als hydrostatische Organe. (Beispiele: Chioglossa lusitanica etc.)
5. **Buccopharyngealatmung**, Hautatmung.
   Die Lungen fehlen vollständig. (Beispiele: Genus Spelerpes, Desmognathus etc.)
   Die Buccopharyngealatmung kann als hydrostatisches Organ bei einigen wasserlebenden Arten funktionieren. (CAMERANO *96a, 96b, 96c.*)

In seiner zweiten Mitteilung schildert WILDER eingehend das Verhalten der hierher gehörigen Muskulatur bei den bis dahin als lungenlos bekannten Amphibien.

Bei Manculus quadridigitatus konstatiert WILDER das Vorkommen einer sekundären Pharyngealhöhle, welche sich von oben nach unten erstreckt und hinten blind endigt. Man kann darin den Versuch einer Vergrößerung der Pharyngealoberfläche für die Atmung sehen, doch ist es nicht klar, warum diese Bildung bei dieser kleinsten Species unter allen lungenlosen Formen auftritt.

WILDER stellt folgende Liste der lungenlosen Salamander auf.

Familia: Salamandridae.
Subfamilia: Salamandrinae.
Salamandrina perspicillata (Camerano).
Subfamilia: Plethodontinae.
Plethodon cinereus.
„ erythronotus.
„ glutinosus.
Spelerpes porphyriticus.
„ fuscus (Camerano).
„ bilineatus.
„ ruber.
Batrachoseps attenuatus.
Manculus quadridigitatus.
Aeneides lugubris.
Subfamilia: Desmognathinae.
Desmognathus fusca.
„ brimleyorum.

Da vermutlich alle Angehörigen eines Genus hinsichtlich der Atmungsorgane ähnlich gebaut sind, so ließe sich diese Liste von 13 Species (vergl. The Cheek list of North American Amphibia, Washington 1875) auf mehr als das Doppelte bringen, wenn alle Species aufgezählt würden. Es würden dann die lungenlosen Salamander die Mehrzahl der Genera und Species der Salamandridae ausmachen.

Das von CAMERANO bei Spelerpes aufgefundene Rudiment der Arytaenoidknorpel bestätigt WILDER. (WILDER *96a.*)

LÖNNBERG untersuchte die Verhältnisse bei folgenden Tieren:
Desmognathus auriculatus Cope.
Plethodon glutinosus (GREEN).
Manculus quadridigitatus (HOLBROOK).
Amblystoma opacum (GRAVENH.).

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Bei den beiden zuerst Genannten findet sich keine Spur von Lungen oder Larynx. Eine mediane Grube erhält sich als Rudiment eines Aditus ad laryngem. Eigentliche Kehlkopfmuskeln sind bei Plethodon glutinosus wohlentwickelt und inserieren in der Mittellinie an einem Bindegewebsstreifen (WILDERS Rest des verloren gegangenen Kehlkopfs). Bei Manculus quadridigitatus ist der Laryngealapparat unter den untersuchten Species am meisten rudimentär. Hier fehlt auch die dem Aditus ad laryngem entsprechende Grube. Die Kehlkopfmuskeln sind jedoch auch hier wohlentwickelt. Bei Amblystoma opacum finden sich dagegen nicht nur Lungenrudimente, sondern auch ein schmaler Aditus ad laryngem. Die Lungen sind 9 mm lang und an der breitesten Stelle $1^1/_2$ mm weit. (Bei Molge vulgaris von etwa gleicher Länge, messen die Lungen etwa 21 mm in der Länge.)

Alle von LÖNNBERG untersuchten Salamandridae führen ein mehr oder weniger terrestrisches Leben. Aber diese Eigentümlichkeit findet sich auch beim wasserlebenden Spelerpes (Gyrinophilus) porphyriticus. Daraus schließt LÖNNBERG, daß es nicht notwendig ist, daß das Landleben die Lungenreduktion bewirkt hat. (LÖNNBERG *96.*)

Die Arteria pulmonalis hat bei Spelerpes eine andere Aufgabe übernommen, da sie nicht mehr Blut in die Lunge führen kann, damit es O aufnehme und CO^2 abgebe, so versorgt sie damit den Magen, der es zur Ernährung und nicht zur Atmung gebraucht.

In der Arbeit BETHGES findet die Hautatmung eingehende Berücksichtigung; ich verweise in dieser Hinsicht auf die Originalarbeit, aus der ich folgendes entnehme:

Schon zu Anfang des 19. Jahrhunderts stellte man beim Frosche fest, daß dieser, außer durch die Lungen, auch noch durch die Haut atmet. W. F. EDWARDS stellte 1818 fest, daß der Lungen beraubte Frösche noch bis zu 40 Tagen lebten. PAUL BERT (Ablation chez un Axolotl des branchies et des poumons. Compt. Rend. Soc. Biol. 4 sér. Vol. 5, 1868. — Compt. rend. p. 21—22. 1869. Leçons sur la physiol. comparée de la respiration p. 244, 1870) kommt zu ähnlichen Resultaten bei einem Axolotl, dessen Lungen und Kiemen er entfernt hatte. Beide schließen daraus auf die große Wichtigkeit der Hautatmung. BERNARD (Leçons sur les Anesthésiques et sur l'Asphyxie) findet, daß die Frösche mindestens ebensoviel durch die Haut, wie durch die Lungen atmen.

Dagegen weist MARCACCI (L'asfissia negli animali a sangue freddo. Atti Soc. Toscana Sc. nat. Memorie. Vol. 13, 1894) darauf hin, daß es sich bei den Experimenten BERNARDS um die Haut- + Buccopharyngealatmung gehandelt hat. Wird letztere ausgeschaltet, so sterben die Tiere nach 9—22 Stunden.

CAMERANO *95* schließt aus seinen Versuchen an Spelerpes und Salamandrina perspicillata, daß die Hautatmung weder in der freien Luft noch im Wasser die Atmung durch Mund und Pharynx zu ersetzen imstande ist, daß also die Lungenatmung bei Spelerpes und bei Salamandrina in der Atmung durch die Mundhöhle und den Pharynx, mit Unterstützung der unwesentlichen Hautatmung, ihren Ersatz gefunden hat.

BETHGE scheint aus den Versuchen von MARCACCI und CAMERANO nicht mit Notwendigkeit hervorzugehen, daß die Buccopharyngealatmung so bedeutend und die Hautatmung unwesentlich ist. Auch morphologische Gründe sprechen für BETHGES Anschauung. So stellt die Oberfläche des Kapillarnetzes, das im Mund und Oesophagus von Spelerpes der Aufnahme von Sauerstoff fähig ist, nicht den vierten Teil der Oberfläche des

Hautnetzes dar, wenn sie auch durch die Divertikelbildung vermehrt wird. Auch die Betrachtung der Gefäße, welche das Blut zu den Kapillaren der Mundhöhle und der Haut führen und von dieser zum Herzen zurückleiten, führen mit ziemlicher Sicherheit zu dem Schlusse, daß die Hautatmung für Spelerpes fuscus sehr wichtig sein muß.

Es ist nicht darüber zu streiten, welchen der beiden Atmungsweisen die größere Bedeutung zukommt, das ist unwichtig, ebenso wie es unmöglich ist, ihr Verhältnis genau festzustellen, weil dieses vom Individuum, der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgehalt der Umgebung abhängt, also immer wechselt. Jedoch tritt BETHGE der Behauptung CAMERANOS entgegen, daß die Hautatmung bei Spelerpes fuscus unwesentlich ist. Weder allein die Hautatmung ist imstande, die Lungenatmung zu ersetzen, noch vermag dies die Buccopharyngealatmung. Es sind beide Atmungsweisen nötig, um das Leben des Tieres zu ermöglichen./ (BETHGE *98.*)

/ Zur Liste der durch HARRIS WILDER, L. CAMERANO und P. MOORE bekannt gewordenen lungenlosen Salamander fügt LÖNNBERG aus eigener Beobachtung noch Spelerpes longicauda (Green) und Spelerpes guttolineatus (HOLBROOK) hinzu.

Die Liste der Salamandrinen ohne Lunge oder bei denen diese Organe reduziert sind, ist daher folgende:

Subfam. Salamandrinae:
  Salamandrina perspicillata (Savi) (rudimentär: CAMERANO).
Subfam. Amblystomatidae:
  Amblystoma opacum Gravh. (hochgradig reduziert, rudimentär: LÖNNBERG).
Subfam. Plethodontinae:
  Anaides lugubris Hallow (fehlt: WILDER),
  Plethodon cinereus (Green) (fehlt: WILDER),
  Plethodon c. erythronotus (Green) (fehlt: WILDER),
  Plethodon glutinosus (Green) (fehlt: LÖNNBERG, WILDER),
  Batrachoseps attenuatus (Esch) (fehlt: CAMERANO, WILDER).
  Spelerpes ruber (Daud.) (fehlt: WILDER),
  „ porphyriticus (Green) (fehlt: WILDER),
  „ longicauda (Green) (fehlt: LÖNNBERG),
  „ guttolineatus (Holbr.) (fehlt: LÖNNBERG),
  „ bilineatus (Green) (fehlt: WILDER),
  „ fuscus (Bp.) (fehlt: CAMERANO),
  „ variegatus (Gray) (fehlt: CAMERANO),
  Manculus quadridigitatus (Holbr.) (fehlt: LÖNNBERG, WILDER),
Subfam. Desmognathinae:
  Desmognathus fusca (Raf.) (fehlt: WILDER),
  D. f. auriculata (Holbr.) (fehlt: LÖNNBERG),
  Desmognathus brimleyorum Stejneg. (fehlt: WILDER),
  „ nigra (Green) (fehlt: MOORE),
  „ ochrophaea Cope (fehlt: MOORE),
  Leucognathus marmorata Moore (fehlt: MOORE).

WILDER hat die Vermutung ausgesprochen, daß alle Mitglieder der Subfamilien Plethodontinae und Desmognathinae lungenlos sein dürften, doch bezieht sich dies nicht auf die Subfamilien Salamandrinae und Amblystomatinae. CAMERANO hat bei Salamandra, Chioglossa, Molge, Tylotriton und Amblystoma wohl — obgleich verschieden entwickelte — Lungen gefunden. LÖNNBERG findet, daß die Länge der Lunge bei Molge vit-

tata (Gray) 60 Proz., bei Molge pyrrhogastra (Boie) 60 (59,5) Proz., bei Molge Poireti (Gerv.) 39,3 Proz., bei Salamandrella Keyserlingii Dyb. 45,2 Proz., bei Ranidens sibiricus Kessler 38,4 Proz., bei Amblystoma punctatum (Lin.) 41 Proz. und bei Amblystoma microstomum Cope 44,6 Proz. der Länge von Kopf und Körper gemessen von der Schnauze bis zur Mitte der Kloake beträgt. Es ergibt sich, daß die erwähnten Salamander hinsichtlich ihrer Lungenentwicklung in zwei Klassen geschieden werden können: 1. solche, bei denen sich die Lunge bis zur Kloake erstreckt und ungefähr 60 Proz. der Länge von Kopf und Körper beträgt, und 2. solche, bei denen sich die Lunge ungefähr nur halbwegs zwischen Axilla und Kloake erstreckt und nur 45 bis 38 Proz. der Länge von Kopf und Körper beträgt.

Wie CAMERANO gefunden hat, sind die Lungen von Wichtigkeit als hydrostatisches Organ und es erscheint wahrscheinlich, daß die größere Länge der Lunge bei manchen Formen eine Anpassung an das Wasserleben ist. Aber die lungenlosen Salamander sind nicht notwendig gezwungen, ein terrestrisches Leben zu führen, obgleich dies manche tun. Leben solche im Wasser, so schwimmen sie nicht in der Mitte des Wassers wie Molge, sondern am Grund. Man kann so sagen, daß ihre Bewegungen terrestrische sind, obgleich sie im Wasser leben./ (LÖNNBERG *99*.)

ANNE IDE BARROWS hat die Blutgefäße von Desmognathus fusca, einem lungenlosen Salamander, untersucht. Das Blutkapillarnetz der Haut verhält sich ähnlich, wie es von BETHGE bei Spelerpes fuscus abgebildet wurde. Das Epithel von Mundhöhle und Pharynx ist gleichfalls reich mit Blutgefäßen versorgt, welche sehr nahe der Oberfläche liegen. An manchen Stellen sind sie von der Oberfläche nur durch eine einzige Schicht von platten Epithelzellen getrennt. Ferner ergab sich, daß sich im Oesophagus ein Gefäßnetzwerk findet, dessen Kapillaren in den Längsfalten liegen und zwar im Epithel selbst, und zwar hier näher der Oberfläche, als BETHGE bei Spelerpes und Salamandra konstatierte. Der Oesophagus gewinnt dadurch die wahrscheinliche Bedeutung eines Atmungsorganes von hoher Wichtigkeit./ (BARROWS *00*.)

/Die Liste der lungenlosen Amphibien wurde durch J. MOORE (Leucognathus marmorata, a new genus and species of the family Desmognathidae. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia 1899, p. 316—323, Taf. 14) ferner bereichert. (Die betreffenden Namen scheinen von LÖNNBERG *99* in seine Liste eingereiht zu sein, siehe oben p. 282. OPPEL).

Es gewinnt dadurch für LÜHE immer mehr den Anschein, als ob in der Tat, wie schon früher WILDER *96a* vermutet hat, bei allen Angehörigen der beiden Unterfamilien Plethodontinae und Desmognathinae und damit bei mehr als der Hälfte aller Gattungen und Arten der Salamandriden jede Spur von Lungen fehlt. Angehörige anderer Unterfamilien besitzen wenigstens hochgradig rudimentäre Lungen.

LÜHE bediente sich in seinem Referat über die Arbeiten CAMERANOs an Stelle von Buccopharyngealatmung des Namens Kehlatmung. LÜHE findet, daß BETHGE im Recht war, indem er darauf hinwies, daß CAMERANO die Hautatmung und ihre Bedeutung entschieden unterschätzte.

Das Fehlen der Lungen ist bei den betreffenden Urodelen verbunden mit gewissen Eigentümlichkeiten im Bau des Herzens und in der Topographie der großen Gefäße, wie dies zuerst HOPKINS (G. S. HOPKINS, The heart of some lungless Salamanders. In: Americ. Naturalist, 1896, Vol. XXX, p. 829—833, Taf. 16—17) festgestellt hat. Derselbe kon-

statierte bei allen von ihm untersuchten lungenlosen Arten das Fehlen einer Lungenvene. Trotzdem aber sollte das Herz nach ihm zwei Vorhöfe besitzen, wenn diese auch nicht völlig voneinander getrennt sind, vielmehr durch eine auffällig große Öffnung in dem Septum atriorum miteinander kommunizieren. Der linke Vorhof sollte verhältnismäßig kleiner sein als bei den Arten mit Lungen, der Sinus venosus sollte anstatt in den rechten in den linken Vorhof münden, mit dem Ventrikel dagegen sollte nur der rechte Vorhof in direkter Kommunikation stehen. BETHGE *98*, welcher das Blutgefäßsystem eines lungenlosen Urodelen untersucht hat, hat diese auffallenden Angaben von HOPKINS einer Nachprüfung nicht unterzogen. Dies ist jedoch neuerdings von seiten BRUNERS (HENRY L. BRUNER, On the heart of lungless Salamanders. In: Journ. of Morphol. 1900, Vol. XVI, No. 2, p. 323—336, Taf. 15. — Vorläufige Mitteil. unter demselben Titel in: Anat. Anz. 1899, Bd. XVI, p. 435—436 und in: Proc. Indiana Acad. Sc. Indianopolis 1897) geschehen, welcher dann zu wesentlich anderen Resultaten gelangt ist. Er bestätigt das Fehlen der Lungenvene, während die Lungenarterie persistiert, um Teile des Darmkanales und der Haut zu versorgen, wie dies namentlich BETHGE genauer untersucht hat (vergl. Zool. Centralbl. 1898, 5. Jahrg., p. 537—539). (Die von BRUNER zitierte Arbeit von Miss WOLDT, The pulmonary Arch of Lungless Salamanders, in: Proc. Indiana Acad. Sci. 1897 war LÜHE nicht zugänglich.) Bei Salamandrina perspicillata kommuniziert die Arteria pulmonalis jedoch nach BRUNER nicht direkt mit dem Herzen, sondern erhält ihr Blut nur durch den Ductus Botalli. Am Herzen findet BRUNER im Gegensatz zu HOPKINS nur einen einzigen, ungeteilten Vorhof. Das Septum atriorum ist ebenso spurlos verschwunden, wie die Vena pulmonalis. Was HOPKINS dafür gehalten hatte, ist in Wahrheit eine Klappe an der Einmündung des Sinus venosus in das Atrium, welche durchaus der ebendort am Herzen von Salamandra mac. sich findenden Klappe entspricht./ (LÜHE *oo*.)

/Endlich ließ sich WILDER folgendermaßen zu der Frage vernehmen: Nachdem lungenlose Salamander im Jahre 1894 entdeckt worden waren, kam CAMERANO zum Schluß, daß Buccopharyngealatmung vorhanden sei. Dann publizierte MAURER über die BEALE-LANGERschen Divertikel. HOPKINS zeigte, daß bei den lungenlosen Salamandern die Pulmonalvene ganz fehle, und daß dementsprechend das linke Atrium auf ein Rudiment reduziert ist. Dies wurde durch BRUNER (1900) modifiziert, welcher zeigte, daß das, was HOPKINS für das Septum atriorum gehalten hatte, in Wirklichkeit eine Valvula war und daß ein eigentliches Septum nicht existiere, daß daher das einfache Atrium der lungenlosen Formen wahrscheinlich durch die Vereinigung von ursprünglich zweien bedingt ist. BETHGE beschrieb bei Spelerpes fuscus einen pharyngealen Kapillarplexus, dessen Gefäße in unregelmäßigen Zwischenräumen angeschwollen erschienen. MISS WOLDT fand 1897 eine Pulmonalarterie bei Plethodon, welche sowohl Oesophagus wie Haut versorgte.

WILDER weist nun auf die Bedeutung der Tatsache (auf welche er durch H. S. PRATT aufmerksam gemacht wurde) hin, daß die lungenlosen Formen ebenso atmen, wie die übrigen Salamander (rhythmische Atembewegungen). Ferner wurde durch BRUNER darauf hingewiesen, daß die lungenlosen Formen, wie die übrigen Salamander einen Muskelapparat zur Öffnung und zum Schließen der vorderen Nasenlöcher besitzen. Drittens ergab sich, daß, wie WILDER im Jahre 1896 feststellte, die lungenlosen Salamander wohlentwickelte Atemmuskeln besitzen, identisch

mit denen anderer Urodelen und in den Wänden des Pharynx und Ösophagus inserierend.

Diese drei bis dahin unverstandenen Tatsachen haben ihre Erklärung gefunden durch Miss BARROWS *oo* (s. oben p. 283), welche zeigte, daß bei Desmognathus fusca nicht allein der Pharynx (wie BETHGE bei Spelerpes zeigte), sondern auch der ganze Ösophagus mit einem dichten Kapillarplexus versorgt ist, dessen Gefäßfeld von hinreichender Ausdehnung ist, um die ganze Pharyngo-Ösophagealregion in eine funktionierende Lunge umzuwandeln, von so großer respiratorischer Bedeutung, wie sie die paarige Lunge der normalen Salamander besitzt. Der Plexus wird hauptsächlich von vier Arterien gebildet, zwei äußere maxillare dorsal und zwei pharyngeale an der ventralen Seite. Ein großer Teil des Plexus wird von Arterien des vierten oder respiratorischen Bogens gebildet und viel von dem aërisierten Blut kehrt nicht direkt zum Herzen zurück, sondern wird durch zwei Ösophagealvenen dem Portalsystem der Leber zugeleitet. Die Demonstration dieses respiratorischen Organs bringt den notwendigen Sinn in die oben erwähnten drei Tatsachen. WILDERS dorso-laryngeus, scapulo-pharyngeus und Ösophagealmuskel dienen der Inspiration und der Digastricus pharyngis (wie WILDER jetzt auf Grund der vorgetragenen Auffassungsweise deutlich erkennt) der Exspiration.

WILDER faßt seine Ergebnisse folgendermaßen zusammen: Desmognathus fusca atmet hauptsächlich durch einen bestimmt lokalisierten Abschnitt des vorderen Teiles des Darmkanales, welcher als Pharyngoösophageallunge anerkannt werden muß. Die Wände dieses Organs sind reich mit Blut von einem Kapillarplexus versorgt, der in seinem pharyngealen Teil unregelmäßig netzförmig ist, und welcher in seinem ösophagealen Teil hauptsächlich aus sehr zahlreichen Längsgefäßen besteht, welche parallel mit den Falten der Mucosa verlaufen. Rhythmische inspiratorische und exspiratorische Bewegungen dieses Organs werden durch zwei Muskelschichten verursacht, von denen die eine das Lumen erweitert, die andere es verengert. Diese Bewegungen werden begleitet und unterstützt durch respiratorische Bewegungen des Mundhöhlenbodens, wie bei anderen Salamandern. Der Mund ist normal während der Atmung geschlossen und die Nasenlöcher dienen als Luftweg. Die vorderen Nasenöffnungen sind mit einem regulatorischen Apparat, wie bei anderen Salamandern und für denselben Zweck versehen.

Obgleich sich obige Zusammenfassung nur auf Beobachtung an einer einzigen Species bezieht, ist es WILDER doch wahrscheinlich, daß ein ähnliches Organ auch bei den übrigen lungenlosen Salamandern besteht. / (WILDER *01*.)

Reptilia.

Vom makroskopischen Bau der Atmungsorgane der Reptilien geben Darstellungen CUVIER *10*, MECKEL *18*, MECKEL *19*, MECKEL *33*, p. 254 ff., CARUS *34*, p. 590 ff. LEREBOULLET *38* gibt ein eigenes Literaturverzeichnis über die Lunge der Reptilien und beschreibt dieselbe eingehend makroskopisch. Für die makroskopisch-vergleichende Anatomie des Kehlkopfs der Reptilien verweise ich besonders auf HENLE *39* (Kehlkopfknorpel, Kehlkopfmuskeln, Kehldeckel und Stimmbänder). Das Makroskopische über den Bau und die äußere Form der Atmungs- und Stimmorgane der Reptilien vergl. ferner bei STANNIUS *46* und MILNE-EDWARDS *57*, Bd. II, p. 305 ff.

/ In der Reptilienlunge finden sich zum Unterschied von der Säugerlunge keine Läppchen. / (WILLIAMS *59*.)

OWEN *66* (Bd. I) beschreibt eingehend makroskopisch die Lungen der Reptilien Bd. I, p. 521 ff., den Larynx der Reptilien Bd. I, p. 527 ff. Makroskopisches über den Kehlkopf der Reptilien siehe dann bei NUHN *78*, p. 137 ff., über die Lunge bei MILANI *94* und *97*.

F. E. SCHULZE *71* beschreibt die Septenbildung in der Lunge der Reptilien eingehend.

/ Zur zusammenfassenden Darstellung kam die makroskopisch-vergleichende Anatomie der Atmungsorgane der Reptilien besonders bei C. K. HOFFMANN in BRONN *unvoll.*, Bd. VI, Abt. III, 2, und zwar Eidechsen p. 1025 ff.; Kehlkopf und Luftröhre p. 1025 ff., Knorpel des Kehlkopfs und der Luftröhre p. 1025 ff., Kehlkopfmuskulatur p. 1030, Krokodile p. 1032 ff., Hatteria p. 1035, Lungen der Reptilien p. 1035 ff. / (C. K. HOFFMANN in BRONN *unvoll.*, Bd. VI, Abt. III, 2.)

/ Über den makroskopischen Bau der Reptilienlunge vergl. auch FANNY MOSER *02*. Sie folgt hauptsächlich der Beschreibung MILANIS u. a. in der Darstellung des Baues der ausgewachsenen Lunge verschiedener Reptilien und verfolgt die so unfruchtbaren Homologisierungsversuche der Lungenteile verschiedener Reptilien sowie zwischen Reptilien und Amphibien, wie sie sich in den Arbeiten älterer Autoren breit machen. Über den makroskopischen Lungenbau vergl. auch die von F. MOSER gegebenen Figuren IV—X auf deren Tafel 30.

Die Nomenklatur betreffend, schlägt F. MOSER vor:

1. als zentralen Luftraum zu bezeichnen den mehr oder weniger weiten Hohlraum innerhalb der Lunge, in welchen der extrapulmonale Bronchus mündet, resp. sich fortsetzt;
2. die an der Wand ins Innere vorspringenden kürzeren und längeren Leisten mit den früheren Autoren der Einfachheit halber Septen zu nennen, welche Bezeichnung nichts über die Genese dieser Gebilde aussagt;
3. die Bezeichnung Kammern zu gebrauchen für die ganz großen, Nischen und Krypten für die kleineren und kleinsten Abteilungen der Lunge und nicht, wie MILANI, Kammern, Alveolen und Krypten.

MILANI schreibt hierüber (p. 548): „Die größeren Nischen mögen Alveolen, die kleineren Krypten heißen." Diese Bezeichnung führt aber leicht zu der irrigen Annahme, daß diese Alveolen mit denen der Vögel und Säuger zu homologisieren sind, während dies eher der Fall wäre für die Krypten. Nach MOSER sind also die Krypten stets die letzten, kleinsten Räume der Lunge. / (MOSER *02*.)

MOSERS Nomenklatur bedeutet der MILANIschen Nomenklatur gegenüber namentlich insofern einen Fortschritt, als dadurch das Wort „Alveole", das wir uns doch ganz für die Säugetiere reservieren wollen, bei Reptilien aus der Welt geschafft ist. Der MOSERschen Nomenklatur möchte ich beifügen, daß ich die verdickten, den Septen aufsitzenden, starke Muskelzüge enthaltenden, des respiratorischen Epithels noch ermangelnden Abschnitte als „Muskelbalken" bezeichne. Die Muskelbalken sind von den Septen deshalb scharf abzutrennen, weil erstere dem luftleitenden System angehören, während letztere atmende Abschnitte darstellen. Die ersten respiratorischen Räume will ich gern mit MILANI und MOSER so lange als „Kammern" bezeichnen, bis festgestellt sein wird, wie weit dieselben den „Atria" der Säugetiere entsprechen. Die

von diesen Kammern (Atria) abzweigenden letzten atmenden Räume nenne ich „Endräume" und überlasse für den einzelnen Fall zu entscheiden, ob diese Endräume sich noch in Nischen, Krypten etc. im Sinne der Autoren teilen lassen.

Mit diesen Aufstellungen soll nicht behauptet sein, daß die „Endräume" der Reptilienlunge den Endräumen der Säuger- (und Vogel-)lunge homolog seien. Beider Gruppen Endräume sollen nur aus dem Grunde mit dem gleichen Namen benannt werden, weil sie eben in allen Fällen die „Endräume" des atmenden Systems darstellen. Wenn wir auf die den Säugetieren und Reptilien gemeinschaftliche Stammform zurückgehen könnten, so würden wir ja, wie ich unten (Säugetiere) ausführen werde, keinenfalls die den heute lebenden Reptilien und Säugern zukommenden Endräume vorfinden, sondern viel einfachere Bildungen, also etwa Formen, deren Reste uns vielleicht in den Atria der Säugetiere (Kammern der Reptilien) heute noch erhalten sind.

Über die Physiologie der Atmung der Reptilien verweise ich auf die umfangreiche Arbeit von SIEFERT *96*.

/ KAHN kommt zum Resultat:

1. Der respiratorische Luftwechsel bei Lacerta viridis, Tropidonotus natrix und Emys europaea erfolgt bei ruhiger Atmung in der Regel in zwei Phasen, nämlich einer inspiratorischen (ersten) und einer exspiratorischen (zweiten). Beide Phasen sind voneinander durch eine kürzere oder längere Zeit dauernde Pause getrennt.
2. Während der Atempause befinden sich die Respirationsapparate nicht in ihrer Gleichgewichtslage, sondern sie sind infolge des Verschlusses der Atemwege durch die Atemspalte am Ende oder kurz vor dem Ende der Inspiration in inspiratorischer Lage fixiert.
3. Ausschaltung der Atemspalte bedingt wesentliche Änderung in der Form des Luftwechsels. Hohe Rückenmarksdurchschneidung während der Pause bedingt Rückkehr des Respirationsapparates in seine Gleichgewichtslage, und zwar in exspiratorischem Sinne, in dem Maße, als es die Atemspalte gestattet. / (KAHN *02*.)

Kehlkopf und Trachea.

/ Bei den Reptilien scheinen die Knorpel des Larynx und der Trachea selten zu verknöchern, jedoch möchte bei den Schlangen die Ossifikation allgemein sein, denn LEYDIG findet, daß nicht bloß bei Python die Trachealringe bis auf einen knorpelig bleibenden Grenzsaum ossifiziert sind, sondern auch bei Coluber natrix und Coronella laevis zeigen sich sämtliche Knorpelstücke vom Larynx an durch die Trachea bis hart an die Lungen heran verkalkt, und nur, wie bei Python, die Grenzschicht erhält sich im knorpeligen Zustande. Das Knorpelgewebe ist sogenannter Zellenknorpel, d. h. mit einem Minimum von Grundsubstanz zwischen den Zellen, und der Kalk erscheint nur in den Interzellularstoff abgesetzt, übrigens bildet sich nichts von Markräumen oder HAVERSschen Kanälen aus. / (LEYDIG *57*, p. 373.)

/ Auch bei beschuppten Reptilien (wie es LEYDIG an der reichlich von Pigment umsponnenen Trachea von Anguis fragilis, sowie Coluber natrix fand) herrschen die Zellen in den Trachealknorpeln so vor, daß die Grundsubstanz kaum in Spuren zugegen ist. / (LEYDIG *57*.)

Über die Form der Kehlkopfknorpel bei Reptilien vergl. LIVINI *96*.

/Stimmbänder werden bei den Ophidiern, den Cheloniern und vielen Sauriern gänzlich vermißt, die vollkommensten Stimmbänder besitzen die Geckonen und Chamaeleonten./ (STANNIUS *46*.)

Bei der Eidechse ist das Stimmband flimmerlos. LEYDIG *53a*.

/ALEX. V. HUMBOLDT (Recueil d'Obs. de Zool. T. 1. p. 10, Tab. 4, n. X, p. 255) hat eine als Epiglottis dienende Hautfalte hinter der Zunge des Krokodils beschrieben und abgebildet./ (RUDOLPHI *21/28*.)

/Es gibt Saurier mit bloß häutiger Epiglottis (Ophisaurus und Pseudopus); mehr allgemein ist dagegen die knorpelige Epiglottis./ (C. K. HOFFMANN in BRONN, *unvoll.* Bd. 6, 3, 2, p. 1031.)

/GÖPPERT kommt hinsichtlich des Ursprungs des Musculus dilatator laryngis bei Reptilien zum Resultat, daß derselbe anfänglich in langer Linie am Arytaenoidrand inserierte, etwa so, wie es bei Proteus der Fall ist, oder wie es sich auch bei Tropidonotus erhalten hat. Daran schloß sich eine Beschränkung der Insertion auf das Vorderende des Arytaenoids, die augenscheinlich von verschiedenen Ordnungen selbständig erworben wurde. Ein Übergangszustand findet sich bei Ophidiern (Coronella) und unter den Sauriern bei Amphisbaena. Während die Hauptmasse vorn dicht am Kehlkopfeingang inseriert, läßt noch ein hinterer, selbständig inserierender Teil des Dilatators die ursprüngliche Ausdehnung des Muskels in kaudaler Richtung erkennen. Für die Schließmuskulatur ergibt sich, daß zwar ein paarig gebauter Sphinkter bei Reptilien das häufigste Vorkommen bildet, daß aber in sämtlichen Ordnungen Fälle bestehen, in denen die primitiven Mm. laryngei sich mehr oder weniger vollkommen gesondert erhalten haben. Ihr spezielles Verhalten ist aber bei den verschiedenen Ordnungen ein recht verschiedenes. Daraus ergibt sich der Schluß, daß die Stammform der jetzt lebenden Reptilien noch die Gliederung der Schließmuskulatur in vier Quadranten besessen haben muß und daß in jeder der Ordnungen selbständig die seitliche Verschmelzung der Muskeln zur Ausbildung eines paarigen Sphinkters erfolgt ist. Das primitive Verhalten tritt bei den Reptilien im allgemeinen weit weniger deutlich hervor als bei den Säugetieren, bei denen die Mm. interarytaenoidei resp. ary-procricoidei den Laryngei dorsales, die seitlichen Muskeln (crico-arytaenoideus und thyreo-arytaenoideus) den Laryngei ventrales homolog sind. In Verbindung mit dem Kehlkopf bezw. der Trachea treffen wir bei den Ophidiern noch zwei besondere Muskeln an, die als Protractor und Retractor laryngis bezeichnet werden. Bei Python reticulatus erhält der Retractor seinen Nerven vom Stamm des Glossopharyngeus. Der Protractor wird aus dem vorderen der beiden Äste versorgt, in die der sog. Hypoglossus bald nach seinem Austritt aus der Schädelhöhle sich teilt. Protractor und Retractor haben demnach mit der eigentlichen Kehlkopfmuskulatur nichts zu tun. Während der Retractor der Kiemenmuskulatur zugehört, ist der Protractor offenbar eine Differenzierung aus der hypobranchialen, aus dem Rumpfgebiet in den Bereich des Kopfes vorgedrungenen Muskulatur. Für die Innervation des Kehlkopfs sind drei Nerven in Betracht zu ziehen, der Glossopharyngeus und zwei Vagusäste, nämlich der Laryngeus superior und inferior (Recurrens). Während noch DUBOIS die Anschauung FISCHERS vertrat, daß bei den Reptilien nicht der Recurrens vagi wie bei den Säugern, sondern der Laryngeus superior die motorischen Äste für die Muskulatur des Kehlkopfes abgibt, kommt GÖPPERT zum Resultat, daß bei allen Reptilien der Recurrens bis zum Kehlkopf gelangt, trotz des oft weiten von ihm zurückzulegenden Weges. Daß er aber dann überall

die Kehlkopfmuskulatur versorgt, wird keinem Zweifel unterliegen können, nachdem sich dies für die Lacertilier direkt erweisen ließ. / (Göppert *99*.)

Bronchi.

/ „Die entweder eine Halbrinne (Schlangen) oder eine von rundlichen Öffnungen durchbrochene gerade (Schildkröten), oder etwas verästelte (Krokodile) Röhre darstellende, in die Lunge mehr oder weniger weit vorragende Bronchusfortsetzung besitzt in ihrer übrigens faserig bindegewebigen Wandung zahlreiche, aus hyalinem Knorpel bestehende, glatte, oft anastomotisch verbundene Knorpelringe, deren gegenüberstehende scharfe Ränder durch eine straffe, elastische Längsfasermasse verbunden werden." / (F. E. Schulze *71*.)

Lunge.

Epithel. / Eberth hat vom Epithel in der Reptilienlunge nur die Zelleninseln und nicht die größeren abgeplatteten Zellen gesehen. Eberths Cuticula besteht aus innig zusammenhängenden großen abgeplatteten Zellen. / (Elenz *64*.)

/ Während F. E. Schulze mit Elenz und C. Schmidt hinsichtlich des Lungenepithels der Amphibien (siehe oben) wesentlich übereinstimmt, weicht er betreffend die Reptilienlunge insofern von jenen ab, als er auch hier alle Epithelzellen, selbst die ganz platten, mit Kernen versehen fand und keine strukturlosen, kernlosen Platten entdecken konnte.

Während die respirierenden Flächen der Reptilienlunge das respiratorische Epithel tragen, werden die freien Ränder aller höheren Septa und Leisten, sowie die Innenfläche der Bronchusfortsetzung von einem im allgemeinen ziemlich niedrigen Flimmerzylinderepithel bekleidet, in welchem sich an einigen Stellen reichlich Becherzellen eingestreut finden.

Der ganze nicht respirierende hintere Abschnitt der Schlangen- und Amphisbänenlunge ist mit einer einfachen, aber kontinuierlichen Lage kleiner, polygonaler, leichtkörnig getrübter Plattenepithelzellen ausgekleidet. / (F. E. Schulze *71*.)

Bindegewebe. / Elastische Fasern sind in den Lungen der Saurier und Ophidier spärlich. Ihre Menge scheint zu der der Muskelfasern in umgekehrtem Verhältnis zu stehen. / (Piso-Borme *67*.)

/ Als histologische Grundlage des ganzen Lungengewebes findet sich bei allen Reptilien ein von feinen elastischen Fasernetzen durchzogenes, faseriges Bindegewebe, in welchem sternförmige, mit schwarzer körniger Masse erfüllte Pigmentzellen bei manchen Tieren (Chamaeleon, Scincus, Testudo graeca, Emys europ., Coluber natrix) spärlich vorkommen, bei anderen (Lacerta agilis, Alligator sclerops) gänzlich fehlen. / (F. E. Schulze *71*.)

Muskulatur. / In der Lunge der Ringelnatter fand Leydig schon 1853 sehr ausgeprägte glatte Muskulatur. / (Leydig *53a*.)

/ Bei Ringelnatter, Python, Eidechse, Schildkröte sind die Lungen deutlich mit Muskeln ausgestattet, ja die Septen bestehen (z. B. an Lacerta agilis bis zur Lungenspitze) hauptsächlich aus Muskeln, selbst in den blinden dünnwandigen Endzipfeln der Lungen des Chamaeleon sah Leydig deutlich, daß die polygonalen Streifen von glatter Muskulatur herrühren. / (Leydig *57*, p. 375.)

/ In der Reptilienlunge sind Muskeln bekannt bei Schildkröte, Chamaeleon, Python, Ringelnatter. / (Eberth *63*.)

/Nach PISO-BORME bilden bei Gecko, Chamaeleon, Natter, Riesenschlange, Land- und Wasserschildkröte die Muskelfasern gleichsam das Grundgewebe des Lungenparenchyms.

Bei Emys lutaria sind gabelfömig geteilte Muskelfasern in der Lunge häufig. „Nicht selten trifft man darunter Fasern mit doppeltem Kern."

Die Anordnung der Muskelfasern in den Lungenbläschen der Reptilien folgt demselben Typus wie bei den Vögeln. Auch hier bilden sie Bündel, nur viel stärkere, rings um die Lichtung der Alveoli und längs ihrer Scheidewände; sie erstrecken sich gleichfalls gegen den Grund der Bläschen, wo sie jedoch immer seltener werden und zuletzt vereinzelt auftreten: hier aber verlieren sie ganz die regelmäßige Anordnung im Gegensatz zu dem Verhalten bei den Vögeln./ (PISO-BORME *67*.)

/Im bindegewebigen Stroma des übrigen Lungenparenchyms der Reptilien findet sich glatte Muskulatur, und zwar oft so reichlich eingelagert, daß sie die Hauptmasse des ganzen Gewebes ausmachen kann. In allen alveolentragenden Lungen treten derbe Muskelzüge als Hauptstütze der die Alveolarmaschen bildenden netzförmig verbundenen Leisten, und zwar besonders entwickelt in den verdickten freien Innenrändern derselben auf. Von diesen Hauptstämmen gehen dünnere Züge. und von diesen selbst einzelne isolierte Muskelfasern ab, um über den flachen Grund der Alveolen nahe der inneren Oberfläche wegzuziehen. (F. E. SCHULZE *71*.)

/Diese Muskelfasern sind für die Atmung von sehr großer Bedeutung. JULLIEN (Sur la Respiration des Psammodromus. Compt. rend. de l'Acad. des sc. 1873, T. LXXVI, p. 583. — Annals and Magaz. Nat. Hist. 1878, Ser. IV, T. XI), welcher dieselben auch in sehr reichlicher Masse bei Psammodromus antraf, erörtert ihre Bedeutung für die Exspiration./ (C. K. HOFFMANN in BRONN *unvoll.* Bd. VI, 3. 2, p. 1036f.

Blutgefäße: / Bei den Schildkröten und Eidechsen findet sich in der Lunge ein Kapillarnetz mit polygonalen Maschen, dessen Flächenausdehnung jedoch geringer ist als die der gefäßlosen Partien der Alveolarwand. Bei der Blindschleiche (siehe Fig. 127) sind die Verhältnisse mehr denen der Schlange analog. Die gefäßlose Fläche der Alveolenwand überwiegt bedeutend die gefäßtragende. Im unteren Abschnitt der Schlangenlunge, der fast glatt erscheint, finden sich außer einem einzigen, in der Peripherie der Alveolen verlaufenden kapillaren Kranzgefäße keine weiteren Gefäße. Diese Kapillaren stammen, wie HYRTL nachwies, von Körperarterien, und die daraus hervorgegangenen Venen münden wieder in Körpervenen./ (EBERTH *63*.)

/Das respiratorische Kapillarnetz zieht sich über die niedrigen Alveolensepta kontinuierlich hinweg, während es auf der Firste aller höheren Leisten, an der Innenfläche der röhrenartigen Bronchusfortsetzung, sowie in dem hinteren Abschnitt der Schlangen- und Amphisbänenlunge in ein weitmaschiges System von wahrscheinlich vorwiegend zur Ernährung dienenden Kapillaren übergeht./ (F. E. SCHULZE *71*.)

Nerven: /LEYDIG sah die Nerven im Lungengewebe von Testudo graeca zu kleinen Ganglien anschwellen./ (LEYDIG *57*, p. 375.)

/Die aus marklosen und markhaltigen Fasern bestehenden Nerven der Reptilienlunge lassen hier und da kleine Anhäufungen von Ganglienzellen erkennen./ (F. E. SCHULZE *71*.)

Über Nervenendigungen in der Reptilienlunge vergleiche auch die (auch Tropidonotus natrix mitbetreffenden) Angaben von WOLFF *02*, oben p. 243.

Entwicklung der Reptilienlunge: / RATHKE (Entwicklungsgeschichte der Natter [Coluber natrix]. Königsberg 1839) fand, daß bei Coluber die Lungenanlage zuerst doppelt ist, daß aber bald die linke Lunge atrophiert.

Nach HOFFMANN, 1890 (in BRONN *unvoll.*) bilden sich Lunge und Trachea der Reptilien vom Kiemendarm aus. Ihre erste Anlage ist eine kleine blindsackförmige Ausstülpung der ventralen Wand dieses Abschnittes des Darmrohres. Sie liegt beinahe unmittelbar hinter der letzten Kiemenspalte. Bald läßt der Lungenblindsack, welcher die Trachea bildet, zwei Knospen (die Hauptbronchien) entstehen.

Die Arbeiten von BAUMANN *02* und F. MOSER betrachten nur vorgerücktere Stadien der Lungenentwicklung bei den Reptilien. / (WEBER und BUVIGNIER *03e.*)

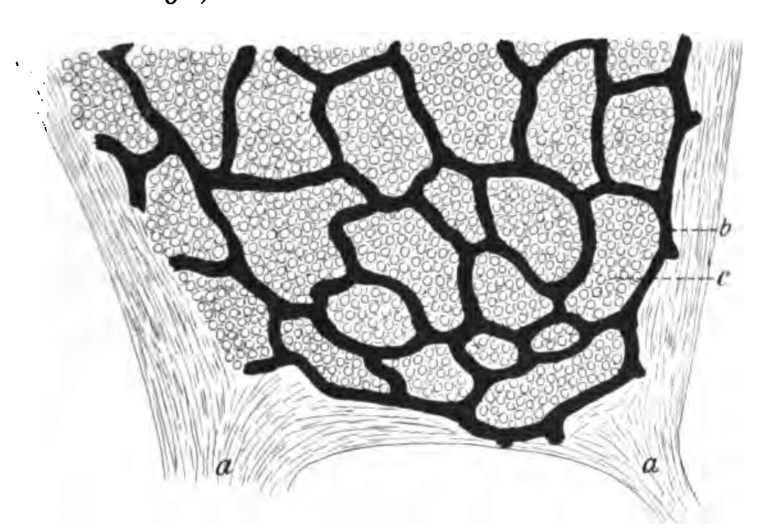


Fig. 127. **Lungenalveole der Blindschleiche.** Flächenansicht. *a* Muskelbalken, *b* Blutkapillaren, *c* die Maschen dieser ausfüllende Zellinseln. Vergr. 200fach, reduziert auf 4/5. (Nach EBERTH *63.*)

/ MOSER faßt ihre Ergebnisse über die Entwicklung der Reptilienlunge folgendermaßen zusammen:

1. Die Lunge der Reptilien entwickelt sich genau so wie die des Hühnchens (siehe dieses):
   a) durch allgemeine Vergrößerung der Lunge infolge Vermehrung ihrer Gewebe;
   b) durch typische Sprossenbildung des intrapulmonalen Bronchus (zentralen Hohlraumes) in dem dicken, bindegewebigen Säckchen, wodurch ein bronchifugales Kanalsystem entsteht, dessen einzelne Kanäle aber durch ihre bedeutende Weite das Aussehen solcher mehr oder weniger verlieren.
2. Der die ganze Länge, von der Mündung des extrapulmonalen Bronchus an durchziehende zentrale Hohlraum ist die direkte Fortsetzung des ersteren und ein durchaus einheitliches Gebilde = intrapulmonaler Bronchus. Anfangs stets ein enges Rohr, dem extrapulmonalen Bronchus entsprechend, weitet es sich sekundär mehr oder weniger aus, so daß er bei den niederen Reptilien zum großen zentralen Luftraum wird, bei den höheren sich auf

der Stufe eines engen Kanals erhält, der sich nur an seinem distalen Ende stärker erweitert und so zur Endkammer wird.

3. Der bei niederen Reptilien im Laufe der Entwicklung sich immer mehr verstärkende Unterschied von der Vogellunge hat als Ursache:
   a) die geringere Masse des Bindegewebes bei den Reptilien, welche in ihrer Vermehrung nicht Schritt zu halten vermag mit der Vergrößerung der Lunge, wodurch die Kanäle, die einen immer geringeren Widerstand finden, sich außerordentlich ausdehnen;
   b) die große Zahl der Bronchi zweiter Ordnung, die vom intrapulmonalen Bronchus abgehen und allmählich nur ganz schmale Wandteile zwischen sich übrig lassen, wodurch, am Ende der Entwicklung, eine Septenbildung vorgetäuscht wird.
4. Wie bei Vögeln, kann man Bronchen 1., 2., 3. Ordnung unterscheiden, wobei die als Krypten bezeichneten letzten Endigungen den Alveolen bei Vögeln entsprechen.
5. Auch bei Reptilien finden sich alle Übergänge vom hohen Zylinderepithel zum Plattenepithel, welches sich kontinuierlich aus ersterem entwickelt.
6. Wie bei Vögeln, besitzt wohl jeder Bronchus die Fähigkeit, durch starke Erweiterung seines Endes zu einem Luftsack zu werden.
7. Bei den höheren Reptilien findet eine immer größere Annäherung an die Vogellunge statt:
   a) durch zunehmende Vermehrung der Masse des Bindegewebes;
   b) durch Reduktion der Zahl der Sprossen, die immer mehr das Aussehen von Kanälen erhalten.

Hierin stehen die Crocodilier den Vögeln näher wie den Schildkröten. / (Moser *02*).

Saurii.

/ Der feinere Bau der Saurierlunge stimmt ganz mit dem der Lunge der Ranidae überein. Jedes Septum besteht aus einer zentralen Basis oder Stützwerk von elastischem Fasergewebe, überkleidet an jeder Seite von einem Gefäßnetz, welches das „hyaline“ Plattenepithel Williams trägt. Reiche Züge von Flimmerepithel finden sich entlang den Rändern der Luftzellen, dem Verlauf der Gefäße und den Linien verdichteter Strukturen. / (Williams *59*.)

/ Die Eidechsen zeigen in den Alveolen der Lunge ganz dieselben Verhältnisse wie die Schlangen (siehe die Befunde von Elenz bei Coluber natrix). / (Elenz *64*.)

/ Milani gibt eine gründliche makroskopische Beschreibung der Reptilienlunge (Lacertilia) unter Berücksichtigung der älteren Literatur (Meckel, Lereboullet, H. Milne-Edwards, Owen, Stannius, F. E. Schulze) an der Hand eines umfangreichen Vergleichsmaterials, unter Anwendung geeigneter Präparationsmethoden und unter Beigabe von vorzüglichen Abbildungen. Die Anfertigung der Präparate geschah nach dem Semperschen Trockenverfahren.

Was den histologischen Bau der Lacertilierlunge betrifft, so stimmen nach Milanis Untersuchungen an Lacerta muralis und Anguis fragilis dessen Resultate mit den Schulzeschen (siehe oben p. 290) im wesentlichen überein. Die Lacertilierlunge besteht zu äußerst aus einer Schicht faserigen Bindegewebes, worauf nach innen hin eine ziemlich starke Lage glatter Muskulatur folgt. Diese setzt sich in das Leistensystem fort und

tritt besonders stark entwickelt in dessen freien Rändern auf, die daher verdickt erscheinen. In den Wandungen dieser Leisten verbreitet sich ein äußerst feinmaschiges Gefäßnetz, dessen Kapillaren MILANI mit Blutkörperchen vollgepropft fand. Das Kapillarnetz liegt so oberflächlich, daß es über die Alveolenwand hinausragt. Die freien Ränder der Alveolenwände sind mit Wimperepithel bedeckt.

Die Varaniden zeichnen sich in bezug auf den inneren makroskopischen Bau der Lunge vor den übrigen (Iguana und Heloderma weichen hierin ab) Lacertiliern besonders dadurch aus, daß sich bei ihnen die Bronchien eine Strecke weit in das Lumen der Lunge hinein fortsetzen und sich darin in zwei Äste gabeln.

MILANI unterscheidet innerhalb der Lacertilierlungen gewisse Typen, welche er nach den charakteristischsten Vertretern als Sphenodon-Typus, Lacerta-Typus, Iguana-Typus und Varanus-Typus bezeichnet.

Die nach dem Sphenodon-Typus gebauten Lungen stellen Säcke dar, deren Innenseite entweder vollständig oder mit Ausschluß des hinteren Abschnittes mit Alveolen und Krypten bedeckt ist; eine weitere Komplikation ist noch nicht eingetreten. Sie stimmen mit den Lungen der Amphibien im wesentlichen überein und unterscheiden sich von diesen nur dadurch, daß ihnen, wie den Reptilienlungen überhaupt (entsprechend dem bei diesen Tieren entwickelten Hals), stets eine Trachea zukommt, während die Lungen der Amphibien fast durchweg unmittelbar in den Kehlkopf übergehen. Der Lacerta-Typus ist dadurch charakterisiert, daß sich auf der inneren Lungenwand, entweder von der Ventral- und Dorsalseite, oder nur von dieser eine größere Zahl wohlausgebildeter Septen erhebt. Die Septen müssen wir uns auf die Weise entstanden denken, daß sich mehrere nebeneinanderliegende Alveolenwände über das Niveau der übrigen erhoben haben und gleichzeitig miteinander verschmolzen sind. MILANI nimmt an, daß Lacertilier, deren Lungen dem Lacerta-Typus folgen, hervorgegangen sind aus solchen, deren Lungen noch auf der Stufe des Sphenodon-Typus gestanden haben. Ausbildung einer Zwischenwand, die den Lungenhohlraum in zwei Kammern sondert, ist charakteristisch für den Iguana-Typus. Septen sind zahlreicher und größere, längere Luftröhrenäste treten auf, es kommt zur Bildung kurzer Bronchien. Bei Iguana tuberculata und Polychrus marmoratus setzt sich überdies ein Teil der Bronchialknorpel in Gestalt einer auf der Vorderseite der großen Zwischenwand verlaufenden Rinne in das Innere der Lunge hinein fort. Ein Übergangsglied der Lacertilier zu den warmblütigen Amnioten stellt der Varanus-Typus dar, bei welchem das intrapulmonale Röhrensystem vollständig an das der Vogellunge erinnert. Die Tatsache, daß sich die intrapulmonale Bronchusfortsetzung in einen vorderen und einen hinteren Ast spaltet, weist darauf hin, daß die Varanuslunge aus einer ursprünglich zweikammerigen Lunge, wie sie uns im Iguana-Typus entgegentritt, hervorgegangen sein muß.

Indem man die zipfelförmigen Fortsätze der Chamaeleonlunge den Luftsäcken der Vogellunge in Parallele stellte und glaubte, auf Grund dieses Charakteristikums in der Chamaeleonlunge den Ausgangspunkt für die Vogellunge gefunden zu haben, war man zu weit gegangen. — Solche Luftsäcke finden sich außer bei Chamaeleon auch bei Uroplates fimbriatus und Polychrus marmoratus, ohne daß die Lungen der betreffenden Tiere weitere Anklänge an die Vogellunge aufweisen würden. Die Möglichkeit, daß sich derartige Fortsätze entwickeln, muß, als bei allen komplizierteren Lacertilierlungen vorhanden, zugegeben werden.

In der bei verschiedenen Lacertiliern vorkommenden Rückbildung der einen Lunge sieht MILANI nichts weiter als eine Anpassung an die langgestreckte Körpergestalt der betreffenden Tiere, der eine phylogenetische Bedeutung nicht zukommt, da die primitivsten Schlangen, die Pythoniden und Boiden, noch mit paarigen, nicht sehr asymmetrischen Lungen ausgestattet sind./ (MILANI *94*.)

Gecko.

/ Beim gefranzten Gecko oder Wanderkletterer (Madagaskar) beschreibt TIEDEMANN eine Erweiterung der Luftröhre. Das vordere oder erste Stück der Luftröhre bildet gleich hinter dem Kehlkopf eine Erweiterung, die, trichterförmig enger werdend, in das hintere Stück der Luftröhre übergeht (beim gemeinen Gecko ist zwar die Luftröhre verhältnismäßig weit, aber es findet sich keine derartige Erweiterung)./ (TIEDEMANN *18*.)

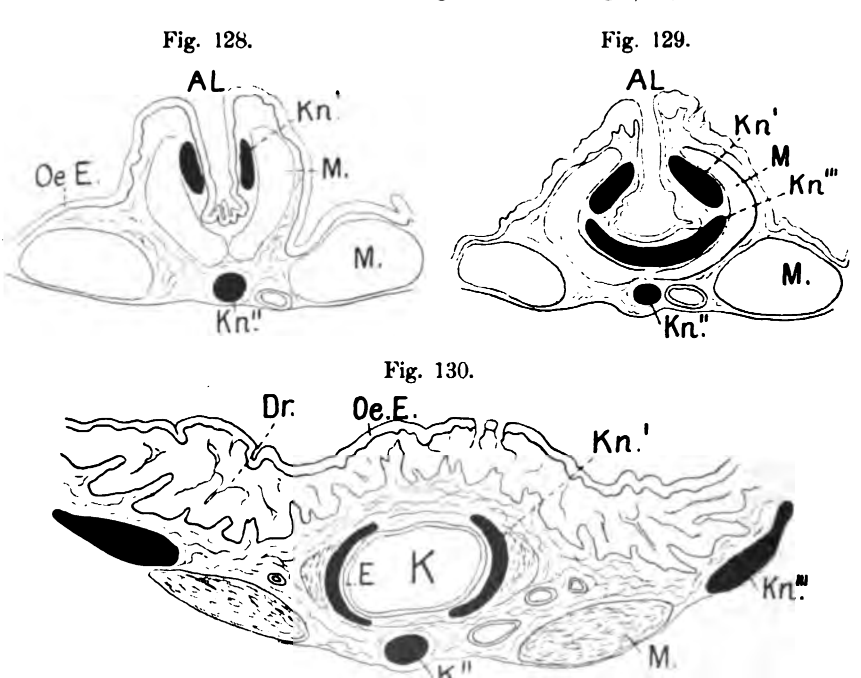


Fig. 128, 129 und 130. **Kehlkopf von der Blindschleiche (Anguis fragilis).** Drei Schnitte aus einer Querschnittserie, zeigend das Auftreten der Knorpel und die Gestaltung des Lumens vom Aditus laryngis *AL* bis zum geschlossenen Rohr *K*., *Kn'*, *Kn''*, *Kn'''* Knorpel, *M* Muskeln, *Oe.E* Epithel des Mundhöhlenbodens, sich ins Oesophagusepithel fortsetzend, *Dr* Drüsen, *E* Kehlkopfepithel. Vergrößerung 28fach, reduziert auf $^4/_5$.

Phyllodactylus europaeus.

/ Die makroskopische Beschreibung von Larynx und Trachea von Phyllodactylus europaeus siehe bei WIEDERSHEIM *76*. Die ventrale Wand der Capsula laryngea ist nach vorn schreibfederartig verjüngt und erinnert dadurch an eine Epiglottis, die übrigens von den oberen Enden der Gießbeckenknorpel bedeutend überragt wird. Die Trachea besteht aus zirka 45 hyalinen Knorpelringen, auch die Bronchien sind hyalinknorplig. Letztere zeigen ein starkes Netz von Blutgefäßen, welches auf der Innenfläche des Organes leistenartig vorspringt./ (WIEDERSHEIM *76*.)

Anguis fragilis, Blindschleiche.

Makroskopisches siehe bei MECKEL *18*, MILANI *94*, embryologisches bei MOSER *02*.

Kehlkopf: In Fig. 128—130 ist dargestellt, wie sich der Kehlkopf der Blindschleiche in drei in geringen Entfernungen einer Querschnittserie entnommenen Schnitten in seiner Zusammensetzung gestaltet. Im ersten der drei Schnitte (Fig. 128) erscheint der Aditus laryngis spaltförmig, im zweiten (Fig. 129) hat er sich bereits im ventralen Teil erweitert und im dritten (Fig. 130) ist er vollständig zum Rohr erweitert und geschlossen. Im wesentlichen paßt sich die Gestalt des Lumen in den drei Schnitten der Form der benachbarten Knorpel an. In den Figuren ist ferner ersichtlich, wie das verhältnißmäßig niedrige Kehlkopfepithel (das auch hier ein flimmerndes Zylinderepithel ist) aus dem derberen Mundepithel hervorgeht.

Trachea. /Die Knorpelringe der Trachea sind bei Anguis fragilis Linn. hinten unvollständig. Das kubische Flimmerepithel der Trachea ist viel niedriger, entsprechend dem mittleren Teil der Knorpelringe, während es in den Zwischenknorpelräumen rein zylindrisch wird und mehrere (drei, vier und mehr) Schichten zeigt, wobei es jedoch stets auf derselben Linie bleibt. Im Gegensatz zu Lacerta fanden sich hier viele Schleimzellen im Epithel. Das elastische Gewebe der Trachea verhält sich an deren Vorderwand bei Anguis fragilis wie bei Lacerta (siehe dort). Mastzellen finden sich nicht. An der Hinterwand steht das Epithel in einer einzigen Schicht, das Bindegewebe enthält einige Blutgefäße und wenige elastische Fasern, welche längs oder ringförmig verlaufen.

Drüsen und glatte Muskelfasern finden sich nirgends in der Trachea./ (LIVINI *96*.)

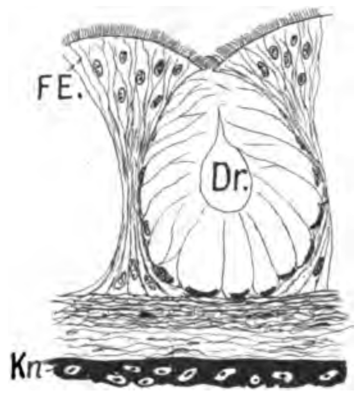


Fig. 131. **Bronchus von der Blindschleiche (Anguis fragilis).** Drüse *Dr* im hohen Flimmerepithel *FE* in der dem Knorpel *Kn* aufsitzenden Schleimhaut eines intrapulmonalen Hauptbronchus (siehe auch die Übersichtsfigur 132), bei 640facher Vergr., reduziert auf $^{9}/_{10}$.

Bronchus: Das Epithel aus einem Bronchus von Anguis fragilis zeigt Fig. 131. Zur Wiedergabe wurde eine Stelle aus einem intrapulmonalen Hauptbronchus gewählt, in welchem es mir gelang, vereinzelt im Epithel gelegene Zellkonfigurationen aufzufinden, in denen ich die Anfänge von Drüsenbildungen sehen möchte. Diese Drüsen liegen im Epithel und bestehen aus großen hellen, um ein Lumen geordneten Zellen mit basal liegendem plattem, halbmondförmigem Kern.

Lunge: Fig. 132 zeigt einen Querschnitt durch die Lunge derselben Blindschleiche, der die vorhergehenden Figuren entstammen. Der Schnitt trifft die Stelle, in der die beiden intrapulmonalen Bronchien noch vorhanden sind. Der eine derselben (der obere im Schnitt) erscheint noch ganz als Rohr mit großer Knorpelspange, der andere hat sich eben (wenige Schnitte zuvor in der Serie) gegen den Lungeninnenraum (der in der oberen Hälfte des Schnittes neben dem Bronchus erscheint) geöffnet. Zum Teil zeigen sich in seiner Wand Knorpelstücke, während an der anderen (in der Fig. unteren Seite) bereits die quergeschnittenen

starken, den Lungeninnenraum umgebenden Muskelbalken das Lumen begrenzen. In beiden Hälften des Schnittes (oben und unten) also in der rechten und der linken Lunge) läßt sich an verschiedenen Stellen der Zusammenhang des Lungeninnenraumes mit den atmenden Räumen bis zu den unter der Lungenoberfläche gelegenen Endräumen verfolgen.

Eine weitere Abbildung (Fig. 133) zeigt letztere Verhältnisse bei stärkerer Vergrößerung. In ähnlicher Weise, wie ich dies oben für die Froschlunge abgebildet habe, zeigt sich auch hier, daß neben den dicken, die starken Muskelbalken bildenden Muskelmassen weitere reichliche Muskelzüge in den Septen liegen und hier bis zur Lungenoberfläche reichen. Auch hier sind die starken, den Lungeninnenraum begrenzenden Balken oder Wülste von flimmerndem Zylinderepithel überkleidet, in welchem die reichlich vorhandenen Becherzellen (in der Abbildung *Bz*) zur Darstellung gebracht sind. Die Septen, von der Basis der Balken an bis hinab in die Endräume, dagegen werden vom respiratorischen Epithel *RE* überkleidet. Größere Blutgefäße *Blg* erscheinen im Schnitt an verschiedenen Stellen. Das elastische Fasernetz ist im ganzen bindegewebigen Substrat der Lunge stark entwickelt, die Muskelbalken umhüllen besonders kräftige elastische Züge, welche dem feineren weiterziehenden elastischen Netzwerk als Stützpunkte dienen. Auch unter der Serosa sind diese elastischen Elemente gut ausgebildet.

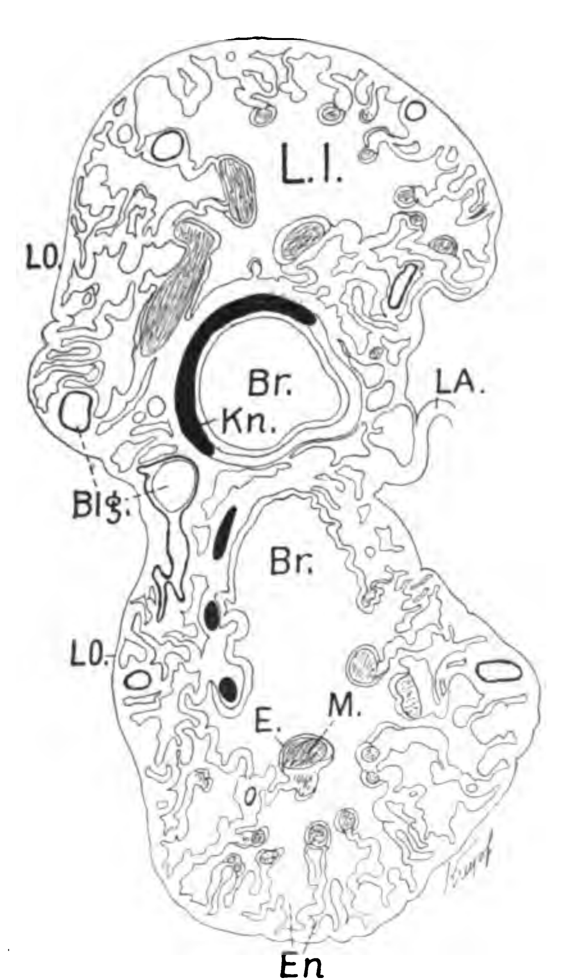


Fig. 132. **Lunge von der Blindschleiche (Anguis fragilis).** Querschnitt in der Höhe der beiden intrapulmonalen Hauptbronchen. Der eine Hauptbronchus, neben dem Lungeninnenraum gelegen, ist noch röhrenförmig von einer kontinuierlichen Knorpelspange umgeben, der andere öffnet sich soeben in den Lungeninnenraum und zeigt an seiner lateralen Wand zwei große Muskelbalken, wie dieselben in den späteren Schnitten den ganzen Lungeninnenraum umgeben und die Zugänge zu den Lungenendräumen umgrenzen. *LI* Lungeninnenraum, *Br* Bronchus, *Kn* Knorpel, *E* hohes Epithel, die Muskelbalken *M* überkleidend, *En* Endräume, *LA* Anheftungsstelle der Lunge, *LO* Lungenoberfläche, *Blg* Blutgefäße. Vergrößerung 28fach, reduziert auf $^{9}/_{10}$.

Pseudopus apus.

Bei Pseudopus apus stimmt der Bau der Lunge im wesentlichen mit dem von Anguis fragilis überein. Doch ist die Lunge voluminöser, dementsprechend sind die Septen höher. Unter dem flimmernden Zylinderepithel des Binnenraums fanden sich Ansammlungen von Leukocyten, darunter Haufen von pigmentierten Wanderzellen. Letzteres ist möglicherweise eine pathologische Erscheinung, da das Tier zuvor geraume Zeit in Gefangenschaft gelebt hatte.

Lacerta.

Makroskopisches siehe bei MILANI *94*, bei VOGT und YUNG *94*, p. 701 ff. (Lacerta viridis); embryologisches bei F. MOSER *02*.

/ Während der übrige Kehlkopf bei der Eidechse ein lebhaftes Flimmerepithel mit Zylinderzellen hat, trägt das Stimmband ein ganz anderes Epithel, das flimmerlos ist und aus rundlichen Zellen mit körnigem Inhalt besteht. / (LEYDIG *53a.*)

/ LEYDIG beschreibt bei Lacerta vivipara makroskopisch den Kehlkopf, seine Knorpel und Muskeln, die Knorpel der Luftröhre und die Lunge.

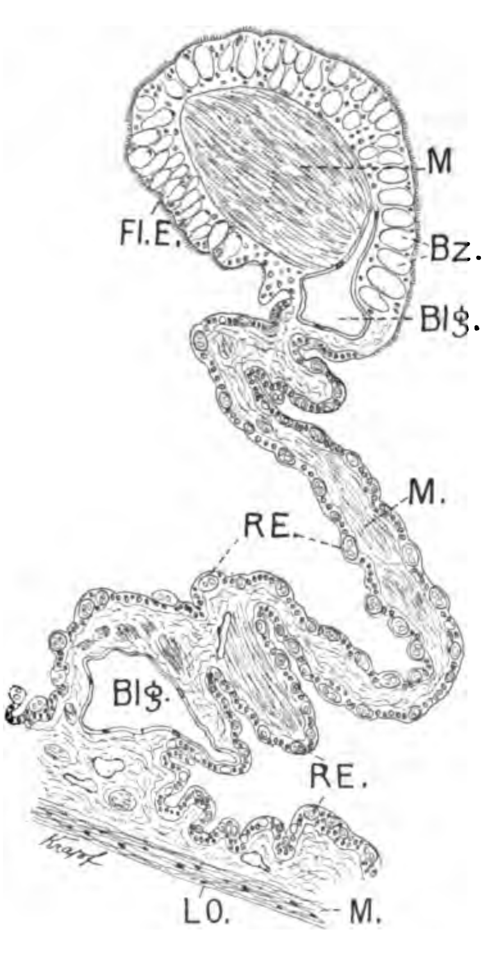


Fig. 133. **Lunge von der Blindschleiche (Anguis fragilis).** Ein kleiner Abschnitt der Lungenwand, reichend von der Flimmerepithel *Fl.E.* tragenden Lungeninnenfläche bis zur Lungenoberfläche *LO.* Muskulatur *M* findet sich in Form stärkerer Balken nahe der Lungeninnenfläche und von da ausstrahlend in Form feiner Züge in der Septenwand und unter der Lungenoberfläche. *RE* respiratorisches Epithel (die Kerne der Blutkörperchen in den Kapillaren sind in der Zeichnung nicht wiedergegeben), *Blg* größere Blutgefäße, *Bz* Becherzellen im Flimmerepithel. Vergr. 200fach, reduziert auf $^{9}/_{10}$.

Die Kehlkopfknorpel sind bei Lacerta vivipara hyalin; die Schleimhaut zwischen den Gießkannenknorpeln zeigt sich sehr reich an feinen elastischen Fasern, und auch das Band, welches gegen die Zunge geht, besteht fast nur aus eben solchen elastischen Elementen.

Eine eigentliche Epiglottis ist nicht vorhanden, doch scheint bei erwachsenen Exemplaren von Lacerta agilis eine Falte der Schleimhaut die Stelle eines Kehldeckels zu vertreten.

Die Blutgefäße, welche die Muskulatur des Kehlkopfes versorgen, sind in ihrer Wand pigmentiert, und zwar bei den Eidechsen mehr als bei der Blindschleiche.

Bei Lacerta agilis wimpert die Innenfläche der Lunge, die Wand ist mit Muskeln ausgestattet, namentlich bestehen die Septen bis zur Spitze der Lungen aus glatten Muskeln.

Die Knorpelstreifen, welche bei anderen Reptilien (Crocodilus, Monitor, Testudo) als Ausläufer der Bronchialringe in die Lungensäcke verfolgbar sind, und die Eingänge in das Maschennetz ausgespannt erhalten, sind bei L. agilis nur an der Wurzel der Lunge noch vorhanden. Man sieht bei geeigneter Behandlung, wie an dieser Stelle Streifen hyalinen Knorpels von einfacher oder ästiger Form in die Lungenbalken ausstrahlen und zuletzt als Knorpelinseln aufhören. / (LEYDIG *72.*)

/ Die Lungensäcke haben bei Lacerta viridis dicke und elastische Wände, die aus glatten Muskelfasern, elastischen und Bindegewebsfasern zusammengesetzt sind. Erst im hinteren Abschnitte werden die Wände dünner. Das vordere Ende eines jeden Sackes setzt sich blindsackartig über die Eintrittsstelle des Bronchus hinaus fort, und dieser blinde Abschnitt ist von einem starken Muskelwulste umgeben, der wohl die Rolle eines Schließmuskels spielen mag. / (VOGT und YUNG *94*, p. 702).

/ Trachea. Lacerta muralis Merr.: Längsschnitte ergeben, daß das Epithel über den hier vollständigen Knorpelringen in der Mitte des Knorpels flimmerndes, kubisches, einschichtiges Epithel ist, zwischen den Knorpelringen dagegen findet sich zylindrisches Epithel in zwei Schichten. Das Epithel enthält Schleimzellen.

Das unter dem Epithel liegende Bindegewebe ist arm an elastischen Fasern, welche in den interanulären Segmenten, bald einzeln, bald in kleinen Bündeln teils ringförmig, teils schräg verlaufen, in größerer Anzahl jedoch unter dem Epithel, von denen diejenigen mit Längsrichtung der Kurve folgen. Nach kurzem Verlauf setzen sie sich auch in das zwischen Epithel und Knorpel gelegene Bindegewebe fort, doch gelang es nicht, sie an der größten Konvexität der Ringe zu finden. Wenn sie dort vorkommen, so müssen sie äußerst fein und dünn sein. In der Umgebung der Blutgefäße in den Interanularräumen fanden sich Mastzellen.

Drüsen fehlen vollständig, was an der vollständigen Schnittserie festgestellt wurde.

Nach außen von den Knorpelringen liegt eine Bindegewebsschicht mit einigen elastischen Fasern.

Der Bau der Trachea von Lacerta viridis Linn. und Platydactylus muralis Dum. Bibr. gleicht dem von Lacerta muralis (siehe dort). Doch sind bei Lacerta viridis die elastischen Fasern reicher und zeigen sich auch entsprechend der größten Konvexität der Ringe. / (LIVINI *96.*)

/ Bei der Eidechse (Lacerta muralis) besteht die Lunge, ganz wie beim Frosch, aus einem einzigen Lobulus. Der Bronchus erreicht diese Lunge an ihrem offenen Ende. Dann trennt sich sein fibröses Gewebe in zwei Bänder, die einander entgegengesetzt verlaufen und den Weg darstellen, welchem die Blutgefäße folgen. Davon rechtwinklig abgehende und sich rechtwinklig teilende sekundäre Bänder ziehen zwischen den Hauptalveolen, deren jede einem „lobulin" entspricht. Die Wände tragen respiratorisches Epithel (RENAUT nennt dasselbe Endothel) und kein Flimmerepithel, welches sich im Bronchus findet. Der Bronchus erreicht also die Lunge, durchsetzt sie aber nicht. / (RENAUT *97.*)

Hatteria.

/ GÜNTHER beschreibt Larynx, Trachea, Bronchi und Lungen von Hatteria makroskopisch. Die Lungen sind einfache Säcke mit großen

Zellen in geringer Länge; sie gleichen mehr den Lungen eines Batrachiers als einer Eidechse./ (GÜNTHER *68.*)

Über die makroskopische Anatomie der Atmungsorgane von Hatteria punctata und deren Literatur vergl. OSAWA *97*, p. 118ff. und von MILANI *94*, über die Embryologie: MOSER *02*.

/Der Kehlkopf setzt sich aus folgenden Schichten zusammen:

1. Schleimhaut. 2. Submucosa. 3. Knorpel, hyaliner Natur, mit Perichondrialgewebe. 4. Muskelschicht (quergestreift).

Am Eingang des Kehlkopfes findet sich geschichtetes Pflasterepithel, dem der Mundhöhle gleichend, tiefer im Binnenraum tritt dann ein mehrzeiliges Epithel auf, welches auch die beiden im Inneren des Kehlkopfes vorhandenen querliegenden Falten überzieht und nach abwärts allmählich in dasjenige der Trachea übergeht. Seine Elemente sind weitaus der Mehrzahl nach Becherzellen, zwischen welchen vereinzelt oder manchmal gruppiert, schlanke zylindrische Flimmerzellen sich finden. Diese beiden Formen bilden die oberflächliche Schicht. Unter ihnen folgen

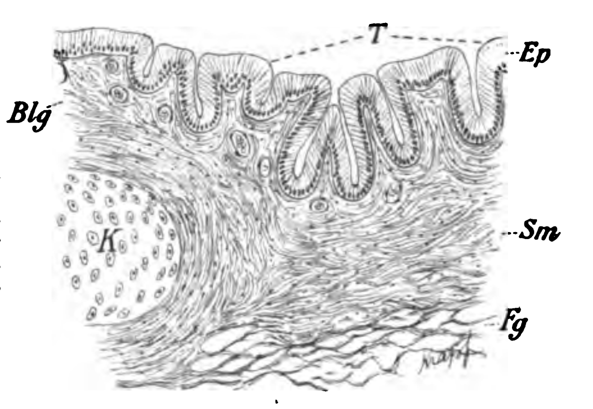


Fig. 134. **Trachea von Hatteria punctata.** Querschnitt der dorsalen Wand. Vergr. Zeiss, Ok. 2, Obj. A, reduziert auf $^{9}/_{10}$. *T* Vertiefungen der Schleimhaut mit Becherzellen (die im Original nicht ganz ausgeführte Zeichnung der Zellen ist in der Kopie frei ergänzt). *Sm* Submucosa, *Fg* Fettgewebe, *Ep* Epithel, *Blg* Blutgefäße, *K* hyaliner Knorpel. (Nach OSAWA *97.*)

dann zwischen ihren basalen Teilen eingekeilt Reihen von spindelförmigen und rundlichen Zellen (Zwischen- oder Keilzellen und Basal- oder Rudimentzellen der Autoren). Die Becherzellen besitzen einen oberen hellen schleimhaltigen und einen unteren protoplasmatischen Abschnitt. Letzterer ändert seine Form und Ausdehnung nach dem Volumen des Schleiminhaltes. Die Schleimhaut zeigt an der dorsalen Partie des Kehlkopfes mehrere abwärts in die Trachea sich fortsetzende Reihen von Vertiefungen, welche mit Becherzellen ausgestattet sind, die wohl an Stelle von sonst fehlenden Drüsen fungieren.

Leukocytenansammlungen in und unter dem Epithel des Kehlkopfes sind selten. Kapillaren unter der Epithelschicht sind häufig, doch sind sie nicht in dem Grade auffallend, wie es von HOFFMANN (in BRONN) bei Schildkröten betont worden ist.

Die Submucosa ist im Kehlkopf mächtig ausgebildet und ziemlich kompakt, sie zeichnet sich durch kernreiches feinfaseriges Bindegewebe mit reichlicher Beimischung von elastischen Fasern aus.

Trachea (siehe Fig. 134): Das Epithel der Schleimhaut ist höchstens zweizeilig, Becher-, Flimmer- und Basalzellen. Das submuköse Gewebe wird in der Trachea dünner, die elastischen Fasern werden geringer, aber derber und dies gilt auch für die Bindegewebsfasern. Die Trachealknorpel sind hyaliner Natur und beschreiben nach hinten offene

Ringe, so daß hier die Submucosa der Trachea mit der gleichen des Ösophagus mittelst reichlich eingelagerten Fettgewebes sich verbindet. Die Schleimhaut bildet an dieser Stelle longitudinale Vertiefungen, welche im Querschnitte wie Krypten aussehen; sie stellen offenbar Fortsetzungen derjenigen des Kehlkopfes dar und sind ebenfalls mit oft ausgebauchten Becherzellen versehen.

In dem kurzen **Bronchus** werden die Flimmerzellen zahlreicher, die Submucosa wird weit dünner. Die Knorpelschicht hört an der Wurzel der Lunge auf.

Fig. 135. Fig. 136.



Fig. 135 und 136. **Lunge von Hatteria punctata.** Querschnitt. Vergr. Zeiss, Ok. 2, Obj. A, Fig. 135 auf $^1/_2$ reduziert, dann weiter auf $^2/_3$. Fig. 136 auf $^9/_{10}$. In Fig. 136 ist ein Stück aus der Fig. 135 ausgeführt und in der Kopie gedreht. *Sp Sp* Septa, *FrR* freie Ränder der Septa, Ep^1 Epithel mit Flimmerhärchen, Ep^2 Epithel ohne Flimmerhärchen, *M* Muskelmasse. (Nach OSAWA *97*.)

Für die Frage nach der Umwandlung der Flimmerzellen in Becherzellen (OSAWA bespricht die Literatur: KNAUFF, EIMER, KÖLLIKER, DRASCH, WALLER und BJÖRKMAN, FLEMMING, STÖHR, SCHNITZLER) findet OSAWA ein geeignetes Objekt in dem Trachealepithel von Hatteria (**siehe Taf. I, Fig 2**). Hier ist es ihm mehrmals geglückt, Flimmerzellen mit einem schleimigen Inhalt zu sehen, welche deutlich Übergangsformen zu Becherzellen bilden. Die Becherzellen können aber auch aus indifferenten Zellen hervorgehen, und dies ist namentlich in den Schleimhautvertiefungen oder Krypten der Fall.

Die Lunge von Hatteria punctata (siehe Fig. 135 und 136) stellt einen hohlen Sack dar, von dessen Wand zahlreiche gewundene und manchmal verzweigte Septen gegen das zentrale Lumen vorspringen und mit einem bedeutend verdickten Rande frei enden. Die Grundbestandteile der Septa wie der Sackwand sind glatte Muskelfasern und Bindegewebe mit hinzutretenden Blutgefäßen und Nerven.

Das Epithel besteht an dem freien Rande der Septen aus einer oberflächlich liegenden Schicht ziemlich hoher Flimmerzellen, und einer zweiten Schicht, den Basalzellen. Nach der Basis der Septa werden die

Flimmerzellen succesive niedriger, verlieren ihre Flimmerhärchen und werden endlich im Bereich der Alveolen abgeplattet und breit. Von Basalzellen ist hier kaum eine Spur vorhanden. Über die Beziehung der Epithelzellen zu den Kapillaren bestätigt OSAWA die Angaben von SCHULZE, HOFFMANN und OPPEL.

Ziemlich dichte Leukocytenansammlungen finden sich an vielen Stellen, besonders an den stärkeren Septen unterhalb der Epithelzellen zerstreut auch zwischen letzteren. / (OSAWA *97*.)

Chamaeleon.

A. J. F. C. MAYER *35*, p. 43f. beschreibt den Larynx von Chamaeleon carinatus makroskopisch.

/ QUEKETT findet, daß der Bau der Lunge vom Chamaeleon sehr nahe demjenigen kommt, welchen die obere Abteilung der Schwimmblase des Aales zeigt. / (QUEKETT *44*.)

Eine neuere eingehende Bearbeitung der Atmungsorgane von Chamaeleon monachus und Ch. vulgaris verdanken wir R. WIEDERSHEIM *86b*, der ich folgendes entnehme:

/ Die Kehlkopfknorpel und Kehlkopfmuskulatur von Chamaeleon beschreibt WIEDERSHEIM eingehend makroskopisch.

Der Kehlsack ist reich vaskularisiert und besteht aus dicht verfilzten Bindegewebsfasern und auch aus elastischen Elementen; glatte oder quergestreifte Muskelelemente waren nicht nachweisbar. Das auskleidende Epithel besteht aus zarten, schlanken Zylinderzellen, deren freies Ende da und dort den Eindruck von Flimmerhaaren erweckt, doch ließ sich letzteres nicht sicher ermitteln.

Trachea. Die Innenwand ist von glatter Schleimhaut überzogen, allein die zwischen den Knorpelringen befindlichen fibrösen Bänder springen stark ins Innere vor. Sobald die beiden äußerst kurzen Bronchen sich nahe dem vorderen Lungenende in die mediale Lungenwand eingesenkt haben, verlieren die knorpeligen Einlagen ihre regelmäßige Form und beginnen sich, dem Lauf der großen Blutbahnen folgend, noch eine kleine Strecke weit unregelmäßig zu verästeln.

Lunge. Die Lunge enthält drei große, parallel miteinander in der Längsachse des Organs liegende Hohlräume, welche in ihrem vorderen Abschnitt durch solide Scheidewände voneinander abgekammert sind. Weiter hinten zeigen die Hohlräume Verbindungen untereinander, bis noch weiter hinten eine einheitliche Lungenhöhle zustande kommt und das sackförmige Organ den Charakter einer Amphibien- oder Eidechsenlunge annimmt. Diese Septa zeigen eine ganz typische Anordnung, deren letzte Ursache in den Gefäßverhältnissen zu suchen ist. Letztere grundieren gewissermaßen die gesamte Lungenarchitektur in ihren Hauptzügen vor, d. h. sie sind das bestimmende Moment für die Anlage des bei Chamaeleoniden zum erstenmal in die Erscheinung tretenden intrapulmonalen (bronchialen) Röhrensystems.

Die Lunge (siehe Fig. 137 A und B) zeigt neben ihrer Hauptmasse noch eine größere Anzahl von Neben- oder Anhangsgebilden, wurst- oder auch glockenförmige Schläuche beziehungsweise Blasen, welche übrigens nur vom ventralen und hinteren (d. h. kaudalwärts gerichteten) Lungenrand ausgehen und sich ganz so wie die Luftsäcke der Vögel in die zwischen den übrigen Eingeweiden des Cöloms befindlichen Interstitien einbohren.

Am Übergang des dorsalen Randes in die seitliche und mediale Wand sind die Lungen durch die Pleura, von der sie in ihrer ganzen Ausdehnung überzogen werden, neben der Wirbelsäule, beziehungsweise neben der Aorta, befestigt und erhalten an eben dieser Stelle, ähnlich wie die Vogellunge, Eindrücke von den Rippen.

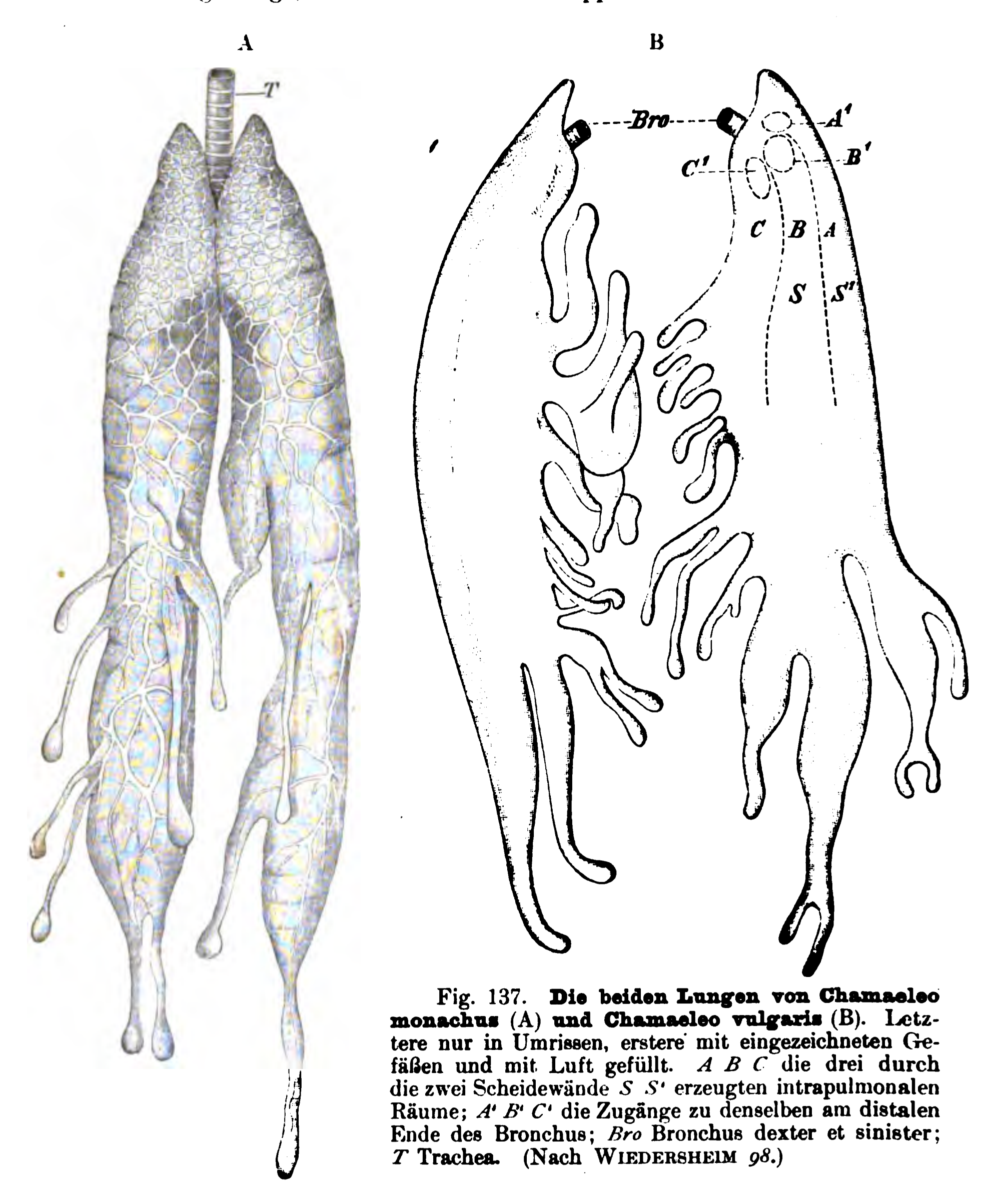


Fig. 137. **Die beiden Lungen von Chamaeleo monachus** (A) **und Chamaeleo vulgaris** (B). Letztere nur in Umrissen, erstere mit eingezeichneten Gefäßen und mit Luft gefüllt. *A B C* die drei durch die zwei Scheidewände *S S'* erzeugten intrapulmonalen Räume; *A' B' C'* die Zugänge zu denselben am distalen Ende des Bronchus; *Bro* Bronchus dexter et sinister; *T* Trachea. (Nach WIEDERSHEIM *98*.)

Was die histologische Grundlage des Lungengewebes betrifft, so handelt es sich, wie F. E. SCHULZE richtig bemerkt, bei den Chamäleoniden, wie bei allen übrigen Sauriern, sowie bei Amphibien und Schildkröten um ein von feinen elastischen Fasernetzen durchzogenes fibrilläres Bindegewebe, das im Innern einen Belag von polygonalen Plattenepithelien besitzt.

Bedeutung der Blindsäcke der Lunge: Sie dienen zum Zwecke einer in dorso-ventraler Richtung erfolgenden Vergrößerung des Rumpfes und wirken als Schreckmittel, wie dies schon JOH. VON FISCHER erkannte. Die erste Entstehung der Blindsäcke ist damit jedoch nicht erklärt, und man muß sich vorerst mit der Tatsache begnügen, daß die Lunge gewisser Reptilien (auch gewisse Chelonier und Ascalaboten gehören hierher) die Fähigkeit besitzt, Auswüchse zu erzeugen, und daß sich jene Fähigkeit vom Reptilienstamm aus auf die Vögel nicht nur vererbt, sondern daß sie sich hier in ganz bestimmter Richtung weiter entwickelt hat./ (WIEDERSHEIM *86 b.*)

Ophidia.

Über die makroskopische vergleichende Anatomie der Atmungsorgane der Schlangen vergl. C. K HOFFMANN (1890) in BRONN *unvoll.*, Bd. VI, 3, 3, p. 1587 ff., Kehlkopf, Luftröhre, p. 1587 ff., Kehlkopfmuskeln 1591 ff., Kehldeckel und Stimmbänder p. 1593 f., Lungen und Trachea p. 1594 f.

/Kehlkopf und Trachea: Bei den Schlangen liegt die Spalte, die zur Respirationshöhle führt, nicht wie bei den übrigen Reptilien, dicht hinter der Zungenwurzel, sondern auf der Scheide der Zunge./ (C. K. HOFFMANN (1890) in BRONN *unvoll.*, Bd. VI, 3, 3.)

/BERTHOLD macht makroskopische Angaben über die Trachealringe der Schlangen./ (BERTHOLD *27.*)

/Lunge: Bei zahlreichen Ophidiern konstatiert MECKEL das Vorhandensein des zweiten Lungenrudiments./ (MECKEL *19.*)

/H. SCHLEGEL gibt eine makroskopische Beschreibung der Atemorgane der Schlangen.

Die Lungen der Schlangen endigen gewöhnlich in eine Blase oder einen Sack ohne Zellen, einfach gebildet durch eine Bildung der Membrana serosa, welche die Lunge umgibt. Die bedeutendsten Zweige der Luftgänge öffnen sich ins Innere der Lungenhöhle selbst. So besitzt die Lunge einerseits ein geräumiges Luftreservoir, andererseits kann die in diesem Reservoir enthaltene Luft in die Zellen gejagt werden durch Kontraktion des Thorax, ohne daß eine neue Inspiration nötig wäre./ (SCHLEGEL *37.*)

/CALORI beschreibt die Anordnung der Blutgefäße in der Schlangenlunge makroskopisch./ (CALORI *41* und *42.*)

/Über das makroskopische Verhalten der Ophidierlunge vergl. auch WILLIAMS *59*, p. 285.

Die Septa der Luftzellen der Ophidierlunge besitzen wie beim Frosch zwei Blutgefäßschichten, getrennt voneinander und gestützt durch eine intermediäre Schicht von elastischem Gewebe. Das Flimmerepithel zeigt in der Ophidierlunge eine ähnliche Beschränkung, wie in der Batrachierlunge, die Kapillarfelder tragen „hyalines Epithel". Entlang dem Verlauf der größeren Gefäße, den Rändern der Luftzellen oder entlang Linien verdickten Gewebes findet sich Flimmerung./ (WILLIAMS *59.*)

Über den feineren Bau der Schlangenlunge habe ich in der Literatur (außer den wenigen unten zu erwähnenden speziellen Angaben) nur folgende allgemeine Notiz von TOURNEUX und HERMANN aufgefunden, zu der aber ELENZ (siehe unten bei Tropidonotus natrix) in Gegensatz tritt.

/Die zwischen den großen platten Zellen liegenden kleinen Zellen der Schlangenlungen überwiegen im hinteren sackförmigen Teil der Lunge

und kleiden denselben fast allein aus./ (TOURNEUX und HERMANN *76*, p. 216—217.)

Python.

/RETZIUS (Anatomisk undersöckning öfver några delar af Python bivittatus, in: Kon. Vet. Akad. Handlg. Stockholm 1830, Isis 1832) beschreibt nach C. K. HOFFMANN in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, 3, 3 (p. 1559 und 1594 f.) die Luftröhre von Python bivittatus genau (nach dem Referate C. K. HOFFMANNS zu schließen, jedoch nur makroskopisch). Von den Rändern der rudimentären Bronchialäste (Python bivittatus) geht auf der inneren Seite ein Netz von feinen Knorpeln ab, die den Eingang oder den Rand der Maschenräume der Lungen bilden. Außer dem Knorpelnetze kommt nach RETZIUS noch eine andere Bildung in den Lungen vor, welche den Luftröhrenästen bei den Säugetieren zu vergleichen ist, nämlich ein elastischer bandähnlicher Streifen, welcher vom Rande der Trachea kommt, an der Innenwand jedes Lungensackes fortläuft und offenbar von derselben Bedeutung ist als das elastische Gewebe in den Bronchialästen der Säuger./ (C. K. HOFFMANN in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, 3, 3, p. 1587 ff.)

Boa constrictor L.

/Nach H. MILNE EDWARDS setzt sich bei Boa constrictor der Bronchus der großen Lunge sehr tief in dieses Organ fort in der Gestalt eines Halbkanals, dessen Wand mit queren Knorpelplättchen, den Trachealringen ähnlich, versehen ist und rechts und links eine große Zahl Nebenäste abgibt, deren Verzweigungen sich zwischen den Maschenräumen der Lunge allmählich auflösen.

Ein ähnlicher, bandartiger Streifen, wie ihn RETZIUS in der Lunge von Python beschreibt, kommt nach MILNE EDWARDS auch bei Crotalus, Trigonocephalus und anderen Schlangen vor./ (C. K. HOFFMANN in BRONN *unvoll.* Bd. VI, 3, 3, p. 1595.)

/Die meisten Schlangen haben nur die rechte Lungenhälfte, die linke ist ganz rudimentär; Boa und Python haben dagegen ein sehr stark entwickeltes linkes Lungenrudiment, es war im untersuchten Falle bei Boa constrictor $1^1/_2$ Fuß lang, während die rechte Lunge 3 Fuß lang war, indessen ist nur der obere Teil auf etwa 9 Zoll lang schwammig, weiter abwärts sind nur noch Zellen an der Lungenwand und ganz unten ist sie ein einfacher Schlauch. Die Knorpelreifen der Luftröhre sind hinten geschlossen./ (HERING *60.*)

Tropidonotus natrix.

/Bei Untersuchung der mit Argentum nitricum behandelten Lunge findet man bei Coluber natrix in den Alveolen ein vollständiges, einfaches, ungleichmäßiges Plattenepithel. Dasselbe besteht aus zweierlei Zellen, aus kleinen, kernhaltigen, die stets gruppenweise in den Kapillarmaschen liegen, und aus größeren kernlosen (wenigstens gelang es ELENZ nie einen Kern zu demonstrieren), abgeplatteten, welche die Inseln der kleineren Zellen verbinden (siehe Fig. 138). Die erwähnten Zelleninseln füllen fast nie die Kapillarmaschen vollständig aus, so daß in letztere auch noch größere Zellen ganz oder teilweise zu liegen kommen. Hie und da bemerkt man Kapillarmaschen mit zwei Inseln, die durch abgeplattete Zellen getrennt sind, seltener trifft man Maschen, die nur größere Zellen enthalten. Die Gruppen kleinerer Zellen in den Maschen bilden oft ganz sonderbare unregelmäßige Figuren mit meist sehr spitzwinkligen

Ecken, wie es die Abbildung ganz getreu wiedergibt. In seltenen Fällen findet man die Inseln zweier benachbarter Maschen durch über die Kapillaren weglaufende kleinere Zellen verbunden. Die Zahl der Zellen, die eine Insel zusammensetzen, wechselt zirka von 2—30.

Der untere, nicht respirierende Abschnitt der Schlangenlunge besitzt ebenfalls ein ungleichmäßiges einfaches Plattenepithel aus Inseln von zwei bis vier kleineren Zellen und dazwischen liegenden größeren bestehend. (ELENZ *64.*)

Bei der Ringelnatter bestehen die vorspringenden Wände der Lungenzellen hauptsächlich aus glatter Muskulatur, und hier messen die Kerne 0,006—0,008‴. Der Rest des Balkengewebes wird gebildet aus Bindesubstanz und feinen elastischen Fasern. (LEYDIG *53a.*)

BAUMANN hat die erste Entwicklung des Lungenapparates bei der Schlange (Tropidonotus natrix) untersucht und kommt zu dem Resultat: Die linke Lunge atrophiert nicht, sondern wächst in Wirklichkeit regelmäßig, aber sehr wenig und langsam, und die enorme Volumdifferenz, welche sie gegenüber der rechten Lunge zeigt, läßt sie allmählich als ein unbedeutendes Anhängsel der letzteren erscheinen. So reduziert, wie sie ist, besitzt sie nicht weniger die Charaktere der Hauptlunge, denn sie geht, obgleich später wie jene, die Umbildungen ein, welche zur Bildung der respiratorischen Alveolen führen, und es ist wahrscheinlich, daß sie von der Geburt an im Maße ihrer Ausdehnung funktioniert. (BAUMANN *02.*)

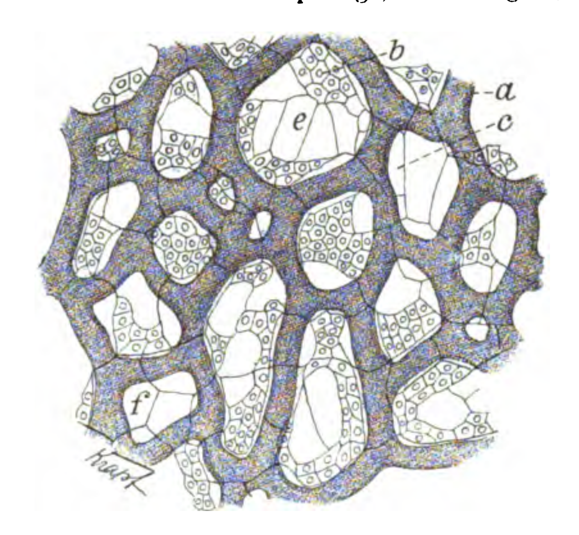


Fig. 138. **Lungenepithel von einer jungen Coluber natrix.** *a* Kapillaren, *b* Zelleninseln in den Kapillarmaschen, *c* Konturen der größeren Zellen, *e* Kapillarmasche mit 2 Inseln, *f* Kapillarmasche ohne Insel. Vergr. zirka 350fach, reduziert auf $^4/_5$. (Nach ELENZ *64.*)

Zamenis viridiflavus Wagl.

Die Trachea zeigt unvollständige Knorpelringe. Entsprechend den Ringen, ist an der vorderen Wand das Flimmerepithel kubisch, nahe deren Enden wird es höher. In den interanulären Segmenten faltet es sich plötzlich mehrfach, hier ist es zylindrisch und der Kern liegt basal. Im Bindegewebe in den interanulären Segmenten bleibt ein elastischer Längsfaserzug plötzlich stehen und umgibt enge die epitheliale Einbuchtung, mehr nach außen sind diese Fasern zerstreut und zeigen wechselnde Richtung. An der hinteren Wand dagegen zeigen sich kaum derartige leichte Einbuchtungen, dagegen findet sich beiderseits am Knorpelende die Mündung eines Ausführganges einer Drüse, welche nach außen von der Trachea und nicht hinten, sondern an deren seitlicher Wand liegt. Unter dem Epithel liegt an der hinteren Wand eine dünne Bindegewebsschicht und dann folgt eine Querschicht glatter Muskelfasern. Elastische Fasern sind reichlich. (LIVINI *96.*)

Ophiophagus bungarus.

/ BEDDARD gibt eine makroskopische Beschreibung von Trachea und Lunge bei Ophiophagus bungarus (einer von vielen Systematikern zum Genus Naia gestellten Schlange) unter besonderer Berücksichtigung eigentümlicher zu hernienartigen Ausstülpungen führenden Öffnungen der dorsalen Trachealwand. / (BEDDARD *03 b.*)

Vipera aspis.

/ Die Knorpelringe der Trachea sind bei Vipera aspis hinten unvollständig. Die Vorderwand zeigt denselben mikroskopischen Bau. wie bei Anguis fragilis (siehe oben p. 295). An der Hinterwand sind die Epithelzellen nahe den Knorpelenden in der Höhe außerordentlich entwickelt, ihr Protoplasma ist gekörnt und der Kern liegt an der Basis der Zelle. Es sind Schleimzellen. Dann erscheinen dünne lange Cristae, welche ein Bindegewebsskelett besitzen und eine Überkleidung von einschichtigem Zylinderepithel, in welches viele Becherzellen in Gruppen eingestreut sind. Auf das Epithel folgt eine Bindegewebsschicht. in der sich elastische Fasern finden, zusammengefaßt zu einem Ringbündel unter dem Epithel. Dasselbe setzt sich auch in die vordere seitliche Wand fort. Einige verlaufen auch in der Länge der Falten. Dann folgt ein breites Bündel glatter Muskelfasern, gespannt vom einen zum anderen Ende des Knorpels, und endlich eine Bindegewebsschicht, in welcher 2, 3 oder mehr voluminöse verzweigte Drüsen liegen, deren langer und dünner Ausführgang die Muskelschicht durchbricht und zur Oberfläche mündet, zwischen den oben beschriebenen Cristae. Ein besonderes Aussehen nehmen die elastischen Fasern an. Sowohl außen wie innen an den Ringen bilden sie eine Ringschicht, an den Knorpelenden verschmelzen sie, von da ausgehende Querfasern bilden elastische Sehnen für die Muskelbündel. Auch in den interanulären Segmenten gehen außer den subepithelialen Querbündeln andere elastische Fasern isoliert mehr oder weniger schräg von außen nach innen. — Nach außen von den Knorpeln findet sich ein an elastischen Fasern reiches Bindegewebe. / (LIVINI *96.*)

Chelonia.

Über die makroskopisch-vergleichende Anatomie der Atmungsorgane der Schildkröten vergl. besonders C. K. HOFFMANN 1890 in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, Abt. 3, 1, p. 336 ff., Kehlkopfknorpel p. 337 ff., Kehlkopfmuskeln p. 340. Luftröhre und Lungen p. 341 ff.

/ Bei den Schildkröten sind, mit Ausnahme von Testudo, Sphargis und Chelonia die ersten Luftröhrenringe offen. Bei Testudo ist die vordere Kehlkopfwand durch eine nur häutige und sehr wenig vorspringende Leiste geteilt. Bei Sphargis kommt, wie RATHKE nachgewiesen hat, innerhalb der Luftröhre eine Scheidewand vor, die dieselbe in zwei Seitenhälften teilt.

Als histologische Grundlage des ganzen Lungengewebes findet sich bei den Schildkröten, wie bei allen Amphibien und Reptilien, ein von feinen elastischen Fasernetzen durchzogenes faseriges Bindegewebe. in welchem sternförmige, mit brauner oder schwarzer körniger Masse erfüllte Pigmentzellen bei einigen, z. B. Trionyx, Chelonia sehr reichlich, bei anderen, Testudo, Emys spärlich vorkommen, bei noch anderen, wie z. B. Chelemys, Chelodina vollständig fehlen. Das bindegewebige Stroma des übrigen Lungenparenchyms ist überaus reich an glatten Muskelfasern,

dieselben sind oft in so großer Menge vorhanden, daß sie die Hauptmasse des ganzen Gewebes ausmachen.

Die Arterienzweige, welche das venöse Blut den Lungen zuführen, bilden ein den Alveolenwandungen flach aufliegendes Kapillarnetz, dessen unregelmäßig rundliche Maschen den Durchmesser der Größe der Blutkörperchen an Breite nicht übertreffen.

Die respiratorischen Kapillaren sind an ihrer freien Fläche von einem kontinuierlichen Plattenepithel vollkommen zugedeckt, betreffend dessen Struktur C. K. HOFFMANN ganz mit F. E. SCHULZE übereinstimmt.

Das Lungenparenchym ist reich an größeren und kleineren Lymphräumen, welche gewöhnlich in den zentralen Teilen des bindegewebigen Stromas liegen./ (C. K. HOFFMANN in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, Abt. 3, 1, p. 336 ff.)

Bei Cheloniern gabelt sich die Trachea in zwei mäßig lange Bronchien, welche sich als Rohre von rundlichem Umfang weit in das Innere der Lunge hinein fortsetzen. Die Knorpelstücke liegen nur im vordersten Teil des intrapulmonalen Bronchus so dicht und regelmäßig nebeneinander, wie es im extrapulmonalen Bronchus der Fall ist. Nach hinten zu rücken sie weiter auseinander, auch zeigen sie hier nicht mehr eine parallele, sondern eine mehr netzförmige Anordnung. Hier drängen sich häufig Alveolen zwischen sie ein. Alveolen und Krypten überziehen wie in den Lacertilierlungen auch bei den Cheloniern die Innenseite der Lungenwand, sowie die Scheidewände und Septen, die den Hohlraum des Organs durchsetzen. Äußerlich zeigen die Chelonierlungen buckelartige Auftreibungen verschiedener Größe. Die größeren entsprechen dem Umfang der im Innern befindlichen großen Kammern, die kleineren dem der Alveolen und Krypten.

Betreffend der genauen Einzelbeschreibung der gröberen Verhältnisse des Lungenbaues (Septen, Kammern und Verhalten derselben zum Bronchus) von Emys europaea, Testudo graeca L. und Testudo tabulata Walb., ferner von Trionyx sinensis und Thalassochelys caretta verweise ich auf die Orginalarbeit von MILANI und die derselben beigegebenen Abbildungen./ (MILANI *97*.)

Kehlkopf und Trachea. Über den makroskopischen Bau des Zungenbeinapparates, des Kehlkopfes und der Luftröhre der Schildkröten und deren Literatur vergl. auch SIEBENROCK *99* und *00*.

Da die Schildkröten keine Stimmbänder besitzen, haben die Gießbeckenknorpel den ausschließlichen Zweck, zum Öffnen und Schließen der Kehlritze zu dienen./ (SIEBENROCK *99*, p. 582.)

In seiner Besprechung der Arbeit SIEBENROCKS *99* hebt LÜHE (Zool. Centralbl. 1900, Bd. VII, p. 630, Anm.) hervor, daß sich die Auffassung HENLES, welcher sich SIEBENROCK angeschlossen hat, als dem heutigen Standpunkt der Wissenschaft entsprechend nicht angesehen werden kann. Die heute allgemein geltende Anschauung, der sich auch LÜHE anschließt, geht vielmehr dahin, daß ein Schildknorpel bei den Reptilien ebenso vollkommen fehlt wie eine Epiglottis, und daß der von SIEBENROCK im Anschluß an HENLE als „Schildknorpel" bezeichnete Teil in Wahrheit dem Ringknorpel anderer Wirbeltiere entspricht, während das von HENLE und SIEBENROCK mit letzterem Namen belegte Knorpelstückchen nur ein abgesprengter Teil des Cricoids ist, das „Procricoid" von DUBOIS oder „Intercricoid" von SYMINGTON.

/Lunge. Auch die Schildkrötenlunge verhält sich bezüglich des Epithels im wesentlichen ebenso, wie die Schlangenlunge (siehe die

Befunde von ELENZ bei Coluber natrix), nur sind die Größenunterschiede der beiden Zellenarten nicht so bedeutend wie bei der Schlange, so daß das Epithel ein mehr gleichmäßiges Aussehen besitzt. Da die Kapillarmaschen bei der Schildkröte fast durchgängig sehr eng sind, so werden sie gewöhnlich von den kleineren Zellen ganz ausgefüllt; mitunter sind die Zelleninseln sogar größer als die Maschen. / (ELENZ *64.*)

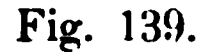


Fig. 139.

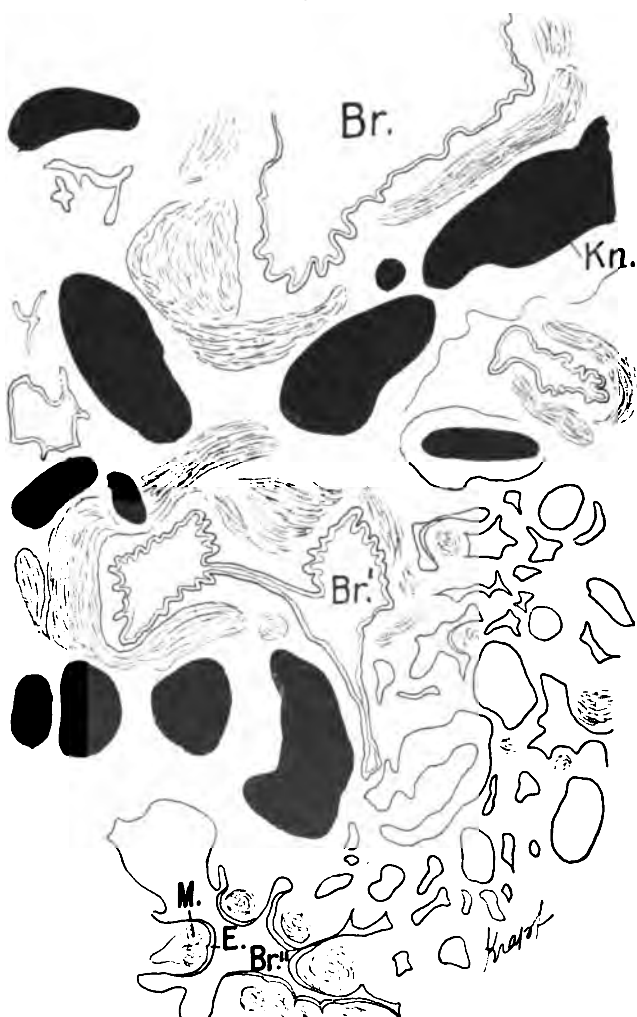


Fig. 139 und 140. **Lunge von der Seeschildkröte (Thalassochelys caretta).** Zwei Übersichtsbilder aus einem und demselben Schnitt.

Fig 139 zeigt das Verhalten und die Verzweigung eines großen knorpel-(*Kn*) haltigen Bronchus *Br* in kleinere Bronchien *Br'* und die knorpelfreien, von Muskelbalken *M* umgebenen, noch hohes Epithel *E* tragenden Lungenräume, welche aufhören röhrenförmige Gestalt zu besitzen.

Fig. 140 zeigt die Endverzweigungen eines solchen von Muskelbalk. *M* umgebenen, hohes Epithel *E* tragenden Lungenraumes *Br*, in die von respiratorischem Epithel ausgekleidet. Endräume *En*, nahe der Lungenoberfläche *LO*.

Vergr. 28fach und Reduktion auf $^{9}/_{10}$ bei beiden Figuren. (Einzelheiten siehe in der folgenden Fig. 141.)

Atmungsmechanismus. / Bei den Schildkröten dienen zwei motorische Agentien der Atmung: einerseits die eigentlichen Atmungsmuskeln (Diaphragma, Transversus und Obliquus abdominis), andererseits die motorischen Muskeln des Brust- und Beckengürtels, und CHARBONNEL-SALLE beschreibt die Wirkungsart dieser beiden Muskelgruppen, welche bei der Landschildkröte und der Süßwasserschildkröte eine verschiedene ist. Besonders der Schultergürtel ist es, welcher durch seine Bewegungen den größten Einfluß auf die Erneuerung der Luft in den Lungen ausübt. / (CHARBONNEL-SALLE *83.*)

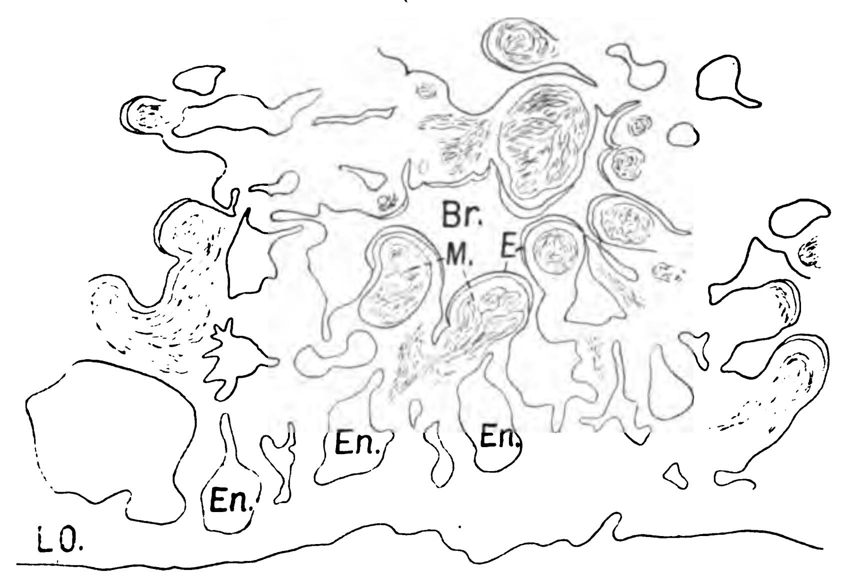
Bezüglich des Atmungsmechanismus bei den Schildkröten ist auch auf GARROD *79c* zu verweisen.

Thalassochelys caretta.

In der Trachea von Thalassochelys caretta sehe ich in den untersuchten Schnitten ein hohes flimmerndes Zylinderepithel, jedoch keine Drüsen.

/Die Lunge von Thalassochelys caretta hat durch MILANI (siehe dort) eine eingehende makroskopische Beschreibung erfahren. Bei Thalassochelys caretta sind die Wandstücke des intrapulmonalen Bronchus im Vergleich zu dessen Öffnungen weit stärker entwickelt als bei anderen Cheloniern. Dadurch kommt es, daß bei Thalassochelys caretta der intrapulmonale Bronchus in höherem Maß als dort die Gestalt eines Rohres angenommen und sich damit dem Stammbronchus der Säugetiere (siehe unten) sehr genähert hat. Die Thalassochelyslunge stellt, was den makroskopischen Aufbau anlangt, nach MILANI unter allen bis jetzt beschriebenen Reptilienlungen die komplizierteste Form dar./ MILANI *97*.)

Fig. 140.



Indem ich, was die gröberen Formverhältnisse der Lunge von Thalassochelys caretta anlangt, auf die Beschreibung und die Abbildungen von MILANI *97* verweise, möchte ich mich mit dem feineren Bau der Lunge der Seeschildkröte beschäftigen.

Ich gebe drei Abbildungen, von denen die beiden ersten Fig. 139 und 140 bei derselben Vergrößerung aus ein und demselben Schnitte entnommen sind. Die erste (Fig. 139) zeigt das Verhalten und die Verzweigung eines großen knorpelhaltigen Bronchus *Br* in kleinere Bronchien *Br'*, und weiterhin in die von starken Muskelbalken umgebenen luftleitenden Räume *Br''*. Von diesen sieht man, nur in den Konturen gezeichnet, die respirierenden Räume ausgehen. Mit dem Aufhören der Doppelkonturen bei *Br''* beginnt das respiratorische Epithel. Das Verhalten, wie es bei *Br''* dargestellt ist, reicht nun über den ganzen Schnitt bis zur Lungenoberfläche, von der die zweite Zeichnung (Fig. 140) stammt.

Der Raum *Br* der letzteren Figur würde also in seinem Bau einen jener in die respiratorischen Endräume überleitenden, dem luftleitenden System angehörenden Räume darstellen, wie sie in der ersteren Figur unter *Br''* dargestellt sind. Unmittelbar unter der Lungenoberfläche *LO* liegen dann nur noch Endräume *En*.

Der Zusammenhang eines Muskelbalkens und seines Epithels *E* mit den respirierenden Räumen und deren respiratorischem Epithel *RE* ist in Fig. 141 bei starker Vergrößerung dargestellt.

Auch bei Thalassochelys ist das elastische Gewebe im gesamten Bindegewebe der Lunge stark entwickelt. Besonders kräftige elastische Hüllen umgeben die stärkeren Muskelzüge und bilden damit einen Stützpunkt für das weiterhin sich verflechtende Netzwerk.

Meine Figuren können zeigen, daß wir es in der scheinbar so kompliziert gebauten Lunge von Thalassochelys caretta doch mit denselben Verhältnissen im Bau zu tun haben, wie ich sie für Anguis fragilis (oben p. 295 ff.) und auch schon für Rana (oben p. 267) in Wort und Bild dargestellt habe. Überall reicht das nur luftleitende Epithel, so weit wie die starken Muskelbalken, und beide vermitteln den Übergang in die von respiratorischem Epithel ausgekleideten respirierenden Kammern und Endräume.

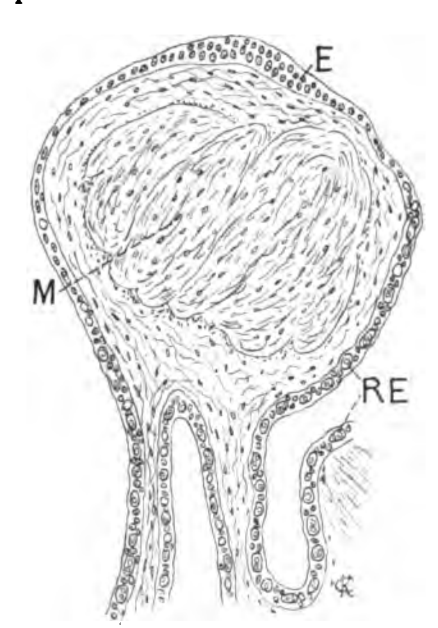


Fig. 141. **Lunge von der Seeschildkröte (Thalassochelys caretta).** Größerer, von hohem Epithel *E* überkleideter Muskelbalken *M*, mit seinem Übergang in die respiratorisches Epithel *RE* tragenden Endräume. (Vergleiche hierzu die Übersichtsfigur 140.)

Emys europaea.

Bei Cistudo europaea Schneid. sind die Knorpelringe der Trachea vollständig. Entsprechend diesen, zeigt das flimmernde Zylinderepithel zwei Schichten, zwischen denselben eine größere Anzahl von Schichten. Das Epithel bleibt bald auf derselben Linie, bald bildet es Erhebungen, wie bei Lacerta muralis, bald Einsenkungen, wie bei Zamenis viridiflavus, aber nicht so regelmäßig wie bei diesen. Das elastische Gewebe ist reichlich, Längs- und Ringbündel verlaufen unter dem Epithel, zahlreiche schräge Fasern finden sich in dem Bindegewebe der Segmente.

Es findet sich keine Spur von Drüsen oder von glatten Muskelfasern. (Livini *96*.)

Taf. I, Fig. 8 stellt verschiedene Becherzellenformen aus dem Trachealepithel von Emys caspica nach List *86* dar.

Testudo graeca.

Bei der griechischen Schildkröte (siehe Fig. 142) besteht die Lunge nicht mehr aus einem einzigen einfachen Lobulus, sondern aus

8, 10 oder 12 nebeneinander stehenden. Der Bronchus verläuft longitudinal unter den Mündungen dieser Lobuli, dem Innenrand der Lunge in seiner ganzen Ausdehnung folgend. Er schickt in jeden Lobulus ein System fibröser Züge, welche aus seinen Wänden hervorgehen. Es ist also eine zusammengesetzte lobuläre Lunge (im Sinne RENAUTS). / (RENAUT *97*.)

Epithel. Vergleiche die oben p. 182 gegebene Figur des Lungenepithels von Testudo graeca nach F. E. SCHULZE *71*.

Crocodilia.

Über die makroskopische Anatomie der Atemwerkzeuge der Krokodile vergl. RATHKE *66*, p. 143ff.

A. F. J. C. MAYER *35*. p. 39 beschreibt den Larynx von Crocodilus lucius makroskopisch.

/ Stimmbänder fehlen den Krokodilen (trotz dem bei diesen Tieren beobachteten Hörenlassen von Tönen). / (RATHKE *66*, p. 145.)

/ Die Knorpelringe der Luftröhre sind zwar nach ihrer Entstehung beim Embryo einige Zeit offen, schließen sich aber schon frühe. / (RATHKE *66*, p. 153.)

Lunge: / Abgesehen von den Gefäßen, den Nerven und der serösen Bekleidung der Lungen, bestehen dieselben bei den Krokodilen aus elastischem Gewebe, Knorpelstreifen und einer Schleimhaut. Das elastische Gewebe bildet gleichsam das Gerüste der Lunge. Seine Fasern verlaufen unter dem serösen Überzuge der Lungen und in den dünneren Teilen der Platten, welche die Zellenräume im Innern dieser Organe einfassen, nach den verschiedensten Richtungen, so daß sie daselbst sich untereinander vielfach kreuzen, auch teilen sie sich öfters gabelförmig und verbinden sich mit benachbarten zu unregelmäßig geformten Maschen. Aber im freien Rand der Platten sind sie zu einem mehr oder weniger dicken Strange zusammengehäuft. Um den Eingang je eines Zellenraumes liegt also eigentlich ein Ring von elastischen Fasern.

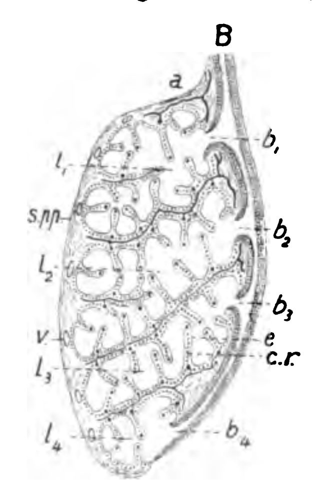


Fig. 142. **Schema der zusammengesetzten lobulären Lunge (Testudo graeca).** *B* Bronchus; b_1, b_2, b_3, b_4 Mündungen der vier die Lunge bildenden Lobuli: diese sind die Homologa der Bronchioli; l_1, l_2, l_3, l_4 die vier einfachen Lobuli; *e* Lungenepithel; *cr* respiratorische Kapillaren; *a* Arteriae afferentes; *v* Venen, *spp* Serosa pleuroperitonealis, zurückgebogen auf der äußeren Oberfläche der Lunge. (Nach RENAUT *97*.)

Knorpel kommen im Innern der Lunge an der Verlängerung des Bronchus vor. / (RATHKE *66*, p. 162.)

/ Ebenso wie die griechische Schildkröte, verhält sich das Krokodil, doch bildet hier der Bronchus die Achse der Lunge, verliert bald nach seinem Eintreten in die Lungenmasse seine Knorpelringe, er wird dann membranös und zeigt bei seinem Verlauf nach vorne auf den Seiten fünf Öffnungen, deren jede die Mündung eines einfachen Lobulus aufnimmt. Den axialen Bronchus der zusammengesetzten lobulären Lunge nennt RENAUT Bronchiolus intralobularis. von demselben gehen die Bronchioli terminales aus, deren jeder zu einem einfachen Lobulus gehört, die wieder

von mehreren „lobulin“ oder Alveolengruppen gebildet werden. Das Flimmerepithel hört an der Mündung des einfachen Lobulus auf und macht dem respiratorischen Epithel Platz. / (RENAUT *97*.)

/ Die Krokodilierlungen stellen nach MILANI zwei annähernd gleich große, eiförmige Säcke dar, welche äußerlich (ähnlich wie bei Lacertiliern und Cheloniern) größere und kleinere buckelartige Auftreibungen erkennen lassen. Zwei mäßig lange Bronchien verbinden sie mit einer langen Trachea. Jeder Bronchus setzt sich eine Strecke weit in das Innere seiner Lunge hinein fort. Dabei stellt er sich als ein Rohr von rundlichem Umfang dar.

Betreffend die genaue Einzelbeschreibung der gröberen Verhältnisse des Lungenbaues von Alligator mississippiensis (Daud.) und Crocodilus americanus Schneid. verweise ich auf die Lektüre der MILANIschen Arbeit und die dort gegebenen Abbildungen. Die Unterschiede zwischen diesen beiden Lungen bestehen darin, daß bei Crocodilus americanus die Gänge enger und die Alveolen enger und tiefer sind als bei der anderen Art. In der Lunge von Alligator mississippiensis, die unter den untersuchten Formen die einfachere ist, sind die Knorpeleinlagerungen in geringerem Maße entwickelt, als bei der komplizierteren Lunge von Crocodilus americanus. / (MILANI *97*.)

Aves.

Die Atmungswerkzeuge und Stimmorgane der Vögel haben von jeher das Interesse der vergleichenden Anatomen herausgefordert und sind makroskopisch von zahlreichen Forschern beschrieben worden.

Die makroskopische Anatomie und die ältere und älteste Literatur der Atmungsorgane und Stimmwerkzeuge der Vögel siehe bei CUVIER *10*, p. 169 ff. und p. 299 ff., TIEDEMANN *10*, Bd. I, p. 601 ff. (Lunge, Luftsäcke, oberer und unterer Kehlkopf, Luftröhre). (TIEDEMANN *10*.)

Makroskopisch beschreiben die Atmungsorgane der Vögel auch COLAS *26*, RUDOLPHI *21 28*, p. 359 ff. (auch Physiologie und Literaturnachweise), J. F. MECKEL *33*, p. 280 ff., CARUS *34*, p. 595 ff.

LEREBOULLET *38* gibt ein eigenes Literaturverzeichnis über die Vogellunge und beschreibt dieselbe eingehend makroskopisch, ebenso die Vogeltrachea.

Das Makroskopische über den Kehlkopf der Vögel siehe bei HENLE *39*, auch früher bei CUVIER *1798*.

Der makroskopisch-vergleichenden Anatomie gehören auch die Darstellungen der Respirations- und Stimmorgane der Vögel durch STANNIUS *46*, p. 315 ff. an, oberer Kehlkopf p. 315 ff., Luftröhre p. 317 ff., unterer Kehlkopf p. 321 ff., Lungen und Luftsäcke p. 327 ff. (STANNIUS *46*.)

Die Arbeit von SAPPEY *47* gehört zu den bedeutendsten Werken über den Atmungsapparat der Vögel.

Die ältere Literatur über die Vogellunge siehe dann bei H. MILNE-EDWARDS *57*, Bd. II, p. 341 ff., ebenda: makroskopischer Bau der Lungen p. 344 f., Verteilung der Bronchien bei Vögeln, Luftsäcke der Vögel.

Den makroskopischen Bau der Vogellunge beschreibt auch WILLIAMS *59*, p. 276 f., ebenso schildert makroskopisch OWEN *66* (Bd. II) die Lungen der Vögel Bd. II, p. 209 ff., Luftsäcke der Vögel, Bd. II, p. 211 ff., Larynx p. 217 ff., Syrinx p. 220 ff. Über die makroskopische Anatomie der Respirations- und Stimmorgane und deren systematische Bedeutung bei den Vögeln verweise ich besonders auf M. FÜRBRINGER *88*, p. 1084 ff. und auf GADOW

(1891) in BRONN *unvoll.*, Bd. VI, Abt. 4, 1, p. 713ff. und das dort gegebene reiche Literaturverzeichnis (dort findet sich: Larynx p. 716ff., Trachea p. 718ff., Syrinx p. 728ff., Lungen p. 746ff., Luftsäcke p. 749ff., Pneumatizität der Knochen p. 753ff., und endlich auf M. BAER *96a*, der auch die Literatur über Physiologie und makroskopische Anatomie der Atemwerkzeuge der Vögel zur Darstellung bringt.

Über die Physiologie der Atmung der Vögel erwähne ich ferner die umfangreiche Arbeit von SIEFERT *96*, vergl. auch unten die Bedeutung der Luftsäcke für die Atmung.

Die mechanischen und biologischen Probleme der aktiven Lokomotion (Vogelflug) wurden von STRASSER *86* eingehend untersucht.

Auf wesentlich makroskopischem Boden (da eben eine eingehende mikroskopische Bearbeitung noch nicht vorliegt) stehen endlich die neueren Lehrbücher der vergleichenden Anatomie, so GEGENBAUR *01*, WIEDERSHEIM *02* und andere.

Larynx.

(Oberer Kehlkopf der Vögel).

Über den makroskopischen Bau des oberen Kehlkopfes der Vögel vergl. die oben p. 312f. angeführten Werke, denen ich folgende spezielle Stellen beifüge: CUVIER *10*, Vol. IV, p. 338ff., J. F. MECKEL *33*, p. 456ff., C. MAYER *52*, p. 725ff., NUHN *78*, p. 131f.

Nach der Ansicht aller neueren Autoren erscheint festgestellt, daß der obere Kehlkopf der Vögel als rudimentäres Organ zu betrachten ist, während der untere Kehlkopf (Syrinx, siehe diesen) als stimmbildendes Organ dient.

/Durch die Arbeiten von HERISSANT, VICQ D'AZYR, SAVART, CUVIER, MÜLLER etc. ist die feste Ansicht entstanden, daß bei der Stimmbildung der Vögel nur der untere Kehlkopf in Betracht käme, während der obere ganz bei Seite bleibe. Dem sucht SEGOND zu widersprechen. Er hält die Bewegungen des Larynx (obere Glottis) und die verschiedenen Grade der Öffnung des Mundes und des Pharynx für bedeutungsvoll für die Stimmbildung bei verschiedenen Vögeln, besonders für die Nachahmung unserer Sprache bei den sprechenden Vögeln./ (SEGOND *51*.)

Mucosa. Die Schleimhaut des Larynx zeigt ein flimmerndes Zylinderepithel mit kurzen schlauchförmigen Drüsen und enthält eingestreute Lymphzellen, bisweilen auch Noduli (Abbildungen siehe unten bei Huhn, Gallus domesticus). Das Flimmerepithel und die Drüsen setzen sich in die entsprechenden Bildungen der Trachea fort, wie überhaupt die Kehlkopfschleimhaut sehr mit derjenigen der Trachea übereinstimmt, während das derbe ösophageale Epithel mit seinen viel größeren kugeligen Drüsen am Aditus laryngis abschneidet.

Kehlkopfknorpel. /Das Hauptstück des Kehlkopfes (der Schildknorpel früherer Autoren) entspricht dem Cricoideum (p. 717) (ein Thyreoid fehlt nach DUBOIS und FÜRBRINGER), außerdem findet sich ein Procricoideum (FÜRBRINGER) und zwei Arytänoidknorpel./ (GADOW in BRONN *unvoll.* Bd.VI, Abt. 4, 1.)

BOCCIUS *58* bringt Angaben (auch unter Berücksichtigung der älteren Literatur) darüber, welche der Skeletteile (die er im Sinne der älteren Autoren benennt) knorpelig, und welche verknöchert sind. Im ganzen scheint die Verknöcherung bei der Mehrzahl der Vögel sehr ausgedehnt zu sein.

Epiglottis. /NITZSCH beschreibt bei Fulica atra eine Epiglottis Doch wird dieselbe nicht durch Knorpel, wohl aber durch mehrere, derbe, rote Drüsen gesteift, die am Rande derselben mit einigen, vielen Schleim aussondernden Öffnungen münden.

Eine ähnliche Bildung findet er bei Scolopax Gallinula (Haarschnepfe, stumme Schnepfe), hier soll wirklicher Knorpel darin sein, doch hält NITZSCH eine Täuschung bei der bedeutenden Kleinheit des Teiles für möglich./ (NITZSCH *26a.*)

/Auch GEGENBAUR erwähnt, daß bei manchen Vögeln bald nur eine quere Falte, bald ein papillenartiger Vorsprung besteht, welcher nur selten einen, gleichfalls vom Cricoid ausgehenden Processus epiglotticus einschließt. In einzelnen Fällen gewinnt die Bildung größeren Umfang, auch nach der Breite, und birgt dann einen sogar vom Cricoid abgelösten Skeletteil, der auch knöchern sich entfaltet (Ardea, Ciconia usw.)./ (GEGENBAUR *92.*)

Trachea.

Über das makroskopische Verhalten der Vogeltrachea sind die oben p. 312f. erwähnten Werke nachzulesen, von den älteren besonders CUVIER *10*, p. 160ff. und p. 331ff., NUHN *78* schildert unter anderem die merkwürdige Aufrollung der Luftröhre bei den Vögeln, auch gibt NUHN *78* (in seiner Fig. 125, c. p. 93) die Abbildung eines Trachealdurchschnittes vom Vogel. Entsprechend ihrer Länge besitzt die Vogeltrachea sehr zahlreiche Knorpelringe. Bei Chauna chavaria besitzt sie nach CRISP *64* im ganzen 129 Ringe.

/Über die Windungen der Vogeltrachea verweist GADOW namentlich auf eine zusammenfassende Arbeit von FORBES (On the convoluted trachea of two species of Manucode with remarks on similar structures in other birds. Proc. Zool. Soc. 1882, p. 347)./ (GADOW in BRONN *unvoll.* Bd. VI, Abt. 4, 1.)

Knorpelringe der Trachea. /Bei allen Vögeln besteht die Luftröhre aus vollständigen knorpeligen Ringen; der membranöse Abschnitt fehlt, den die Säugetiere haben. Dagegen sind in den beiden Bronchien die Ringe durch eine Membran unterbrochen, und zwar an der inneren Seite, mit welcher sie sich gegenüberstehen./ (CUVIER *1802.*)

/Bei den Vögeln sind in der Trachea ganze Ringe vorhanden, außer beim Adler.

Jeder Knorpelring oder Halbring besteht ursprünglich aus zwei Seitenbögen, welche die Tendenz haben, sich nach vorn zu vereinigen, ebenso nach hinten. Beim erwachsenen Reiher kann man diese ursprüngliche Zweiteilung noch erkennen; vergl. auch die Knorpel des Kehlkopfes./ (BERTHOLD *27.*)

/Eigene Muskelfasern finden sich zwischen den beiden Seitenhälften der bisweilen hinten durchbrochenen vorderen Ringe der Luftröhre der Vögel nicht./ (MECKEL *33*, p. 283.)

/Die Trachealringe sind bei der Mehrzahl der Wirbeltiere knorpelig, bisweilen jedoch, so bei der Mehrzahl der großen Vögel, knöchern./ (H. MILNE EDWARDS *57*, Bd. II, p. 280.)

/Bei den Vögeln zeichnen sich die Trachealknorpel durch überwiegende Zahl der Knorpelzellen aus./ (LEYDIG *57.*)

/Die Knorpelringe der Trachea bei Vögeln sind hinten nicht unvollständig, wie bei Säugetieren./ (WILLIAMS *59.*)

/Es finden sich knorpelige Verbindungsglieder zwischen den hinteren freien Knorpelringen eingeschaltet (Strauß), oder aber sind die Ringe

vollkommen abgeschlossen (Vögel und die meisten Amphibien). / (v. THANHOFFER *85.*)

/ Bei den Vögeln umgeben die Knorpelringe die ganze Zirkumferenz der Trachea und bei vielen Arten verknöchern sie. / (SAPPEY *89.*)

/ Glatte Muskelfasern fehlen in der Trachea der Vögel.

Dadurch, daß sich die Knorpelringe in eigentümlicher Weise übereinanderschieben, so daß man im Schnitt stets zwei Ringe erhält, einen äußeren und einen inneren, kann man hier nicht von interanulären Segmenten reden. Die Ringe sind von hyalinem Knorpel, oft vollständig, oft nur zum Teil verknöchert. Bei allen untersuchten Vögeln fanden sich stets reichlich quergestreifte Muskelbündel außen an der Trachea. / (LIVINI *96.*)

Septum der Vogeltrachea. / Die Scheidung der Luftröhre der Vögel durch eine Scheidewand in zwei Hälften wurde von G. JÄGER bei Aptenodytes demersa (Arch. f. Anat. u. Physiol. 1832, Bd. VI, p. 48 ff.) und von MECKEL (ebenda Note) bei Procellaria glacialis entdeckt. / (MECKEL *33.*)

/ Bei einigen Vögeln ist die Luftröhre durch eine knorpelige Längsscheidewand in zwei Abschnitte geteilt (Pinguine [Aptenodytes]); oder aber auch, wie bei den meisten Singvögeln, Krähen (Corvus, Turdus, Fringilla), einigen Sumpfvögeln (Ardea, Grus), den Schwimmvögeln (Enten, Gans, Schwan, Mergus, Colymbus u. s. f.) verknöchert. / (v. THANHOFFER *85.*)

/ Im Septum der Vogeltrachea, welches GADOW besonders nach WUNDERLICH, WATSON und FORBES beschreibt, handelt es sich nach FÜRBRINGER wahrscheinlich um eine noch unvollkommene Resorption der ursprünglichen, die beiden Bronchien trennenden Scheidewand. / (GADOW (1891) in BRONN *unvoll.*, Bd. VI, Abt. 4, 1.)

Drüsen der Vogeltrachea. / Die Schleimdrüsen des Kehlkopfes und der Luftröhre stellen bei Vögeln (Untersuchungen am Reiher) nur kurze, einfache Säckchen vor. / (LEYDIG *57.*)

Syrinx.

(Unterer Kehlkopf der Vögel.)

Fast alle Untersuchungen, welche über den Syrinx der Vögel vorliegen, gehören der älteren (nicht mikroskopierenden) Richtung der vergleichenden Anatomie an. Gab es doch auch genug zu tun, bis die Knorpel, Muskeln und Bänder, welche dieses Organ aufbauen, mit dem Messer präpariert und mit der Lupe betrachtet waren. Erst in wenigen neueren Arbeiten, so von WUNDERLICH und HÄCKER, beginnt das Mikroskop in seine Rechte zu treten. Der Besprechung der Resultate dieser beiden Forscher stelle ich einige Notizen über Resultate makroskopischer Bearbeiter (vergl. auch die oben auf p. 312f. angegebene Literatur) voraus.

/ CUVIER beschreibt den unteren Kehlkopf und seine Muskulatur bei zahlreichen Vögeln eingehend makroskopisch und kommt zum Schluß, daß der untere Kehlkopf eine Stimme bildet, welche durch die Trachea verstärkt und durch den oberen Kehlkopf modifiziert wird. / (CUVIER *1795.*)

Eine makroskopisch-eingehende Beschreibung des unteren Kehlkopfes der Vögel gibt CUVIER *1802*, ferner CUVIER *10*, Vol. 4, p. 312ff., SAVART *26*, desgleichen unter besonderer Berücksichtigung der Muskulatur J. F. MECKEL *33*, p. 482ff. und NUHN *78*, p. 132ff.

/ Die blasige Erweiterung des Larynx bronchialis besitzt eine sehr dicke Knorpelwand und, wie LEYDIG bei einer jungen Ente fand, ist sie

von zahlreichen verästelten Gefäßkanälen durchzogen. Auch am Bügel sind sie vorhanden. Die teilweisen Ossifikationen am Larynx bronchialis sind ebenfalls sehr gefäßreich. / (LEYDIG *57*, p. 373.)

GARROD *79 b* schildert eingehend makroskopisch unter Beigabe von vielen makroskopischen Abbildungen die Bifurkation der Trachea bei zahlreichen Vögeln (aus der Abteilung der Gallinae); vergl. auch GADOW in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, Abt. 4, 1.

/ Eine umfassende makroskopische und mikroskopische Bearbeitung des unteren Kehlkopfes der Vögel verdanken wir WUNDERLICH *86*. Er gibt nicht nur die Angaben der älteren anatomischen und physiologischen Literatur wieder, sondern verbessert auch Ungenauigkeit und Unvollständigkeit derselben in der Beschreibung der Muskulatur und der Stimmbänder des unteren Kehlkopfes ohne jedoch die Skelettstücke außer acht zu lassen.

Die sonderbare Umformung an der Teilung der Luftröhre nannte schon ALDROVANDIE, ohne ihre Bedeutung zu kennen, Larynx. Als man später fand, daß in diesem Organ die Stimme der Vögel sich bilde, behielt man, der Analogie mit den Säugetieren wegen, diesen Namen bei, nannte diesen Kehlkopf aber, zum Unterschied von dem nur gering entwickelten, eigentlichen Larynx, Larynx inferior oder, nach HUXLEYS Vorschlag, Syrinx.

Morphologisch ist dieser untere Kehlkopf in seiner Lage nicht genau zu bestimmen. Ringe der Trachea und der Bronchien oder dieser allein bilden ihn, und es hängt ganz von der individuellen Auffassung ab, deren mehr oder weniger dem unteren Kehlkopf zuzuzählen. Auch erschweren zahlreiche Differenzen, die nur im Alter der Vögel ihren Grund haben, genaue Bestimmungen. Es sind zu unterscheiden ein Larynx inferior bronchotrachealis und ein Larynx inferior bronchialis. JOH. MÜLLER nahm noch eine dritte Art, den Larynx inferior trachealis bei einigen Gattungen an, was WUNDERLICH nicht anerkennt.

Meistens nehmen Trachea und Bronchien an der Bildung des Syrinx teil. Die letzten Trachealringe weichen etwas von den nach oben folgenden ab, sie greifen an den Seiten nicht mehr mit ihren Rändern übereinander, sind im allgemeinen schmäler, und springen zuweilen über das Niveau der Trachea vor. Vielfach treten Membranen zwischen ihnen auf, noch häufiger aber verschmelzen sie zu einer Trommel und bilden dann gemeinsam den von vorn nach hinten verlaufenden Balken, ein Gebilde, das übrigens in vielen Fällen dem letzten Ringe allein angehört. Dieser Balken, auch Steg, Brücke, Riegel, Septum genannt, bestimmt das Ende der Trachea. Alle Ringe, die an seiner Bildung teilnehmen, zählen noch zu diesen. Er teilt das Lumen der Trachea in zwei Öffnungen, an die sich dann rechts und links die Bronchien ansetzen. An der Trommel können noch Ausbuchtungen, Pauken oder Labyrinth genannt, sich befinden, die gewöhnlich links, zuweilen auch an beiden Seiten auftreten und hauptsächlich den Anatiden zukommen. Die Skelettstücke der Bronchien sind mehr oder weniger flache Halbringe. Der Schluß derselben wird innen an der Seite, wo sich die Bronchien einander gegenüberliegen, durch eine dünne Membran, die Membranae tympaniformes internae bewirkt. Dieselben setzen sich über den Steg fort, wo sie sich oft zu einer halbmondförmigen Falte, Membrana semilunaris, erheben. Fehlt der Steg, so trennen sie durch ihre Vereinigung die untere Öffnung der Trachea in zwei nebeneinanderliegende Räume. Vorn sitzt die Vereinigungslinie an dem unteren Rande des letzten Trachealringes.

Hinten kann dies auch der Fall sein, gewöhnlich sind aber hier die letzten Ringe nicht geschlossen und die innere Paukenhaut muß dann deren Schluß besorgen, so daß sie ihren Anknüpfungspunkt erst an einem der höher gelegenen Ringe findet.

Die inneren Paukenhäute der beiden Bronchien sind durch ein Band elastischer Fasern verbunden, das man als Ligamentum interbronchiale, sublaryngeum, transversum superius und inferius bezeichnet hat. GARROD hat ihm den Namen Bronchidesmus beigelegt, und WUNDERLICH wendet diesen Namen gleichfalls an.

Zuweilen trägt die innere Paukenhaut schwache Falten des Epithels, doch können diese kaum als Stimmbänder funktionieren. Ein solches wird erst durch Faltung der ganzen inneren Paukenhaut gebildet.

Allen Vögeln, welche eine wahre Stimme haben, und oft sogar solchen, die stumm sind, kommt ein mehr oder weniger entwickeltes, den inneren Paukenhäuten gegenüberliegendes, äußeres Stimmband zu. Dasselbe wird entweder gebildet durch Verdickung des Bindegewebes auf einem Bronchialhalbring oder durch Faltung der Membranen, welche entweder zwischen den letzten Trachealringen, oder dem letzten derselben und dem ersten Bronchialhalbringe, oder zwischen zwei beliebigen Halbringen des Bronchus liegen.

Zur Spannung oder Erschlaffung dieser Stimmbänder haben viele Vögel nur die Muskeln der Trachea: Musculi sterno-tracheales und M. ypsilo-tracheales. Jene fehlen nur den Papageien, diese kommen anscheinend nur den Entenvögeln zu. Die Mehrzahl der Vögel besitzt aber außer diesen Sterno-trachealmuskeln noch besondere Kehlkopfmuskeln, die in ihrer Zahl zwischen einem und sieben Paaren schwanken. Ihre untere Insertion finden sie an einem der untersten Trachealringe oder einem Bronchialhalbring, oder an der Membran, welche das Stimmband vertritt.

Spezielle Resultate WUNDERLICHS siehe unten in der Besprechung der Atmungsorgane verschiedener Vögel im einzelnen./ (WUNDERLICH *86*.)

/J. MÜLLER unterscheidet drei Formen des Syrinx, den S. trachealis, den S. tracheo-bronchialis und den S. bronchialis. WUNDERLICH akzeptiert nur den tracheo-bronchialen und bronchialen Syrinx und spricht sich gegen die reelle Existenz des S. trachealis aus, jedoch erscheint M. FÜRBRINGER die Argumentation WUNDERLICHS nicht ausreichend. M. FÜRBRINGER befaßt sich eingehend mit einigen Charaktern des Syrinx und findet, daß der Syrinx und seine Muskulatur ein bedeutsames Merkmal darstellt, das im Detail der Systematik sich oft sehr brauchbar erweist, aber eine breitere Anwendung wegen seiner ungemeinen Mannigfaltigkeit und Variabilität nicht gestattet./ (M. FÜRBRINGER *88*, p. 1087 ff.)

/ Während sich im Papageiensyrinx nur zwei Stimmmembranen finden, zeigt der Syrinx des Truthahns (auch der Singvögel) vier Stimmmembranen.

Bei Raubvögeln fehlen die äußeren Stimmmembranen und es sind nur innere vorhanden (Eule, auch Reiher)./ (HOCHSTETTER *95*.)

/ HÄCKER hat eine genaue Beschreibung des unteren Kehlkopfes der Singvögel gegeben. Er schildert den inneren Bau des Syrinx besonders in parallel zur vorderen und hinteren Halswand geführten Schnitten und betrachtet die durch Verschmelzung der untersten Trachealringe gebildete Trommel und den Steg auch hinsichtlich der histiologischen Details, so besonders der Anordnung des elastischen Gewebes eingehend. Ebenso wie im Larynx der Säugetiere wechselt auch im Syrinx der Vögel der

Epithelcharakter an den schwingenden Teilen in ähnlicher Weise. So geht an der Membrana tympaniformis externa des Syrinx das mehrschichtige Zylinderepithel der Schleimhaut in ein einschichtiges, aus kubischen oder sogar platten Zellen bestehendes Epithel über.

Spezielle Resultate HÄCKERs sind unten (Turdus merula, Syrinx) eingetragen.

Über die Innervierung der Syrinxmuskulatur und den makroskopischen Bau des Syrinx, vergl. die Originalarbeit von HÄCKER *98*. / (HÄCKER *98*.)

/ Der Syrinx broncho-trachealis, speziell der Singvögel, ist von der nicht modifizierten Luftröhrenbifurkation eines Reptils, beispielsweise einer Schildkröte, durch folgende Bildungen (siehe Fig. 143 und 144) unterschieden:

1. durch die Differenzierung eines aus festen (knöchernen), gegeneinander aber mehr oder weniger verschiebbaren Teilen zusammengesetzten Stützapparates oder Syrinxskelettes;
2. durch die Entfaltung eines an der Außenfläche der Trachea und der Bronchen gelegenen, großenteils zur Bewegung der Halbringe dienenden Muskelapparates;
3. durch die Differenzierung des elastischen Gewebes der Bronchenwandung zu einer Anzahl schwingender Membranen und Stimmfalten, welche durch die Kontraktion der Muskeln und die Bewegung der Halbringe in verschiedener Spannung gehalten werden können.

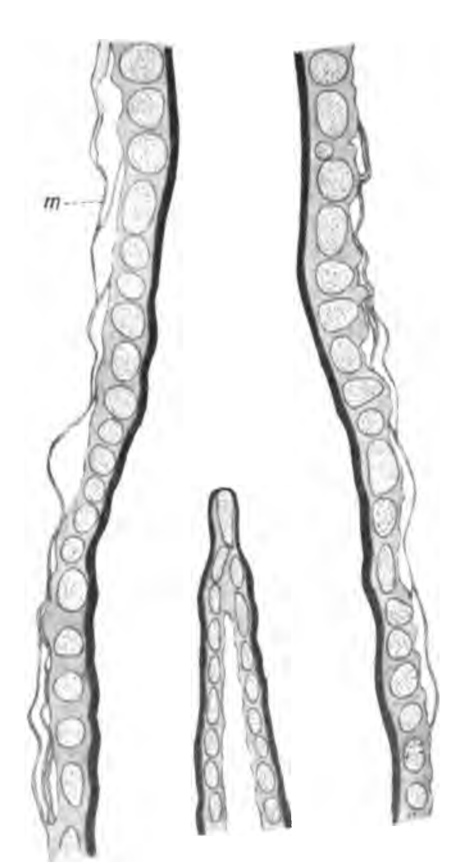


Fig. 143. **Bifurkationsstelle der Trachea einer Schildkröte (Testudo graeca).** *m* übereinander gelagerte elastische Membranen. (Nach HÄCKER *00*.)

Über das Syrinxskelett vergl. HÄCKER *00*, p. 6 ff.; über die Singmuskulatur der Vögel vergl. ebenda p. 9 ff.; über Innervierung und Gefäßversorgung vergl. ebenda p. 13 ff. Das Makroskopische über schwingende Membranen und Stimmlippen im Syrinx der Vögel siehe ebenda p. 15 ff.

Die Bänder schildert HÄCKER hier folgendermaßen:

Sowohl die freien Trachealringe und die Trommel, als auch die Bronchenhalbringe hängen untereinander durch elastische Bänder zusammen. Nur der Zwischenraum zwischen dem zweiten und dritten Bronchialhalbring enthält keine festere Bandmasse, sondern ist von lockerem gefäßführendem Bindegewebe ausgefüllt: diese Partie stellt jederseits die äußere Paukenhaut, Membrana tympaniformis externa, dar.

An der Innenfläche der dritten Halbringe befindet sich weiterhin je ein Polster elastischen Gewebes: es sind dies die äußeren Stimmlippen, Labia externa, während ihnen gegenüber, im obersten Abschnitt der medialen Bronchenwandungen, wesentlich kleinere Gebilde von ähnlicher Beschaffenheit sich vorfinden, die inneren Stimmlippen, Labia interna.

Ein viertes Paar von hierher gehörigen Bildungen stellen die inneren Paukenhäute im engeren Sinne, Membrana tympaniformes internae (z. B. im Sinne von STANNIUS) dar. Es sind dies diejenigen Partien der medialen Bronchenwandungen (der inneren Paukenhäute im weiteren Sinne),

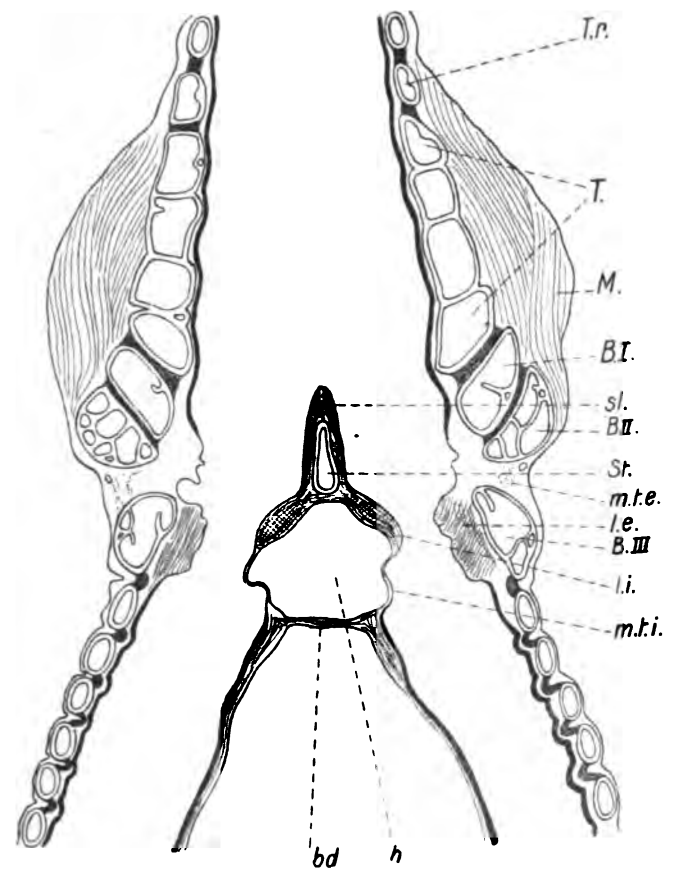


Fig. 144. **Schnitt durch den Syrinx einer männlichen Amsel (Turdus merula).** *T.r* Trachealring, *T* Trommel, *M* Muskulatur, *sl* Membrana semilunaris, *B.I*, *B.II*, *B.III* erster bis dritter Bronchialhalbring, *St* Steg, *m.t.e* Membrana tympaniformis externa, *l.e* Labium externum, *l.i* Labium internum, *m.t.i* Membrana tympaniformis interna, *h* ventralwärts offener Hohlraum (Abschnitt des vorderen thoracischen Luftsackes), *bd* Bronchidesmus. (Nach HÄCKER *oo.*)

welche zwischen den inneren Stimmlippen und dem Bronchidesmus gelegen sind. Dieselben bestehen hier fast nur aus zwei Häuten, der Schleimhaut und der Adventitia, und entsprechen daher in morphologischer Hinsicht tatsächlich den zwischen den zweiten und dritten Halbringen ausgespannten äußeren Paukenhäuten.

Endlich schließt das elastische Gewebe, welches die Seitenflächen des Stegs bedeckt, sich oberhalb der Firste desselben zu einer senk-

rechten, gefäßreichen, nach oben konkav ausgeschnittenen Wand zusammen: es ist dies die Halbmondfalte, Membrana semilunaris, ein Gebilde, welches bei vielen Formen, so auch bei der Amsel, eine bedeutende Entwicklung zeigt und dann gleichfalls zu den schwingenden Teilen gerechnet zu werden pflegt.

Das mehrschichtige, von Schleimzellen durchsetzte Zylinderepithel der Singvögeltrachea geht an den Paukenhäuten und Stimmlippen in ein plattes, einschichtiges Epithel über.

Im Gegensatz dazu zeigen die Seitenflächen des Stegs und der Halbmondfalte eine ganz besonders mächtige Dicke der Schleimhaut, und es darf daher wohl auch aus diesem Grunde bezweifelt werden, ob die Halbmondfalte in physiologischem Sinne den Paukenhäuten und Stimmlippen an die Seite gestellt werden kann, so, wie dies von seiten älterer Autoren (SAVART, WUNDERLICH u.a.) geschehen ist.

Fig. 145.

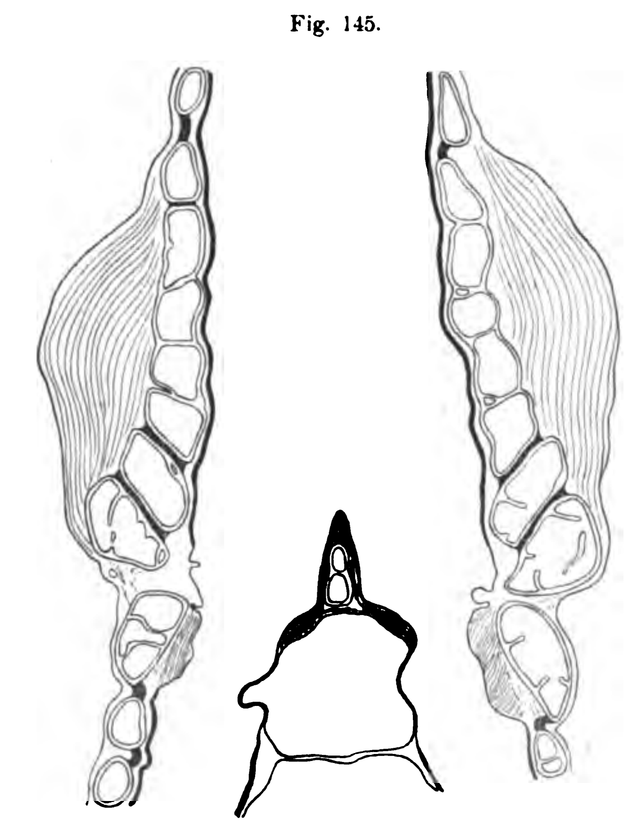


Fig. 145 und 146. **Syrinx der männlichen und weiblichen Amsel (Turdus merula).** Siehe die Figurenerklärung von Fig. 144. (Nach HÄCKER *oo.*)

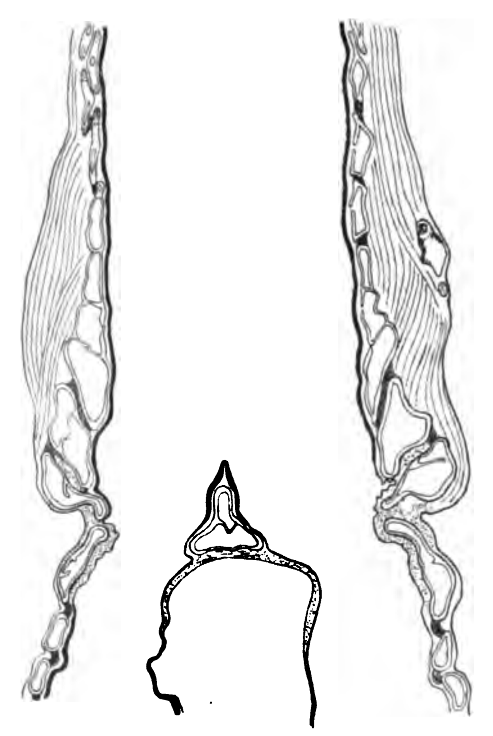
Der Syrinx der Singvögel unterscheidet sich vom menschlichen Stimmorgan einmal dadurch, daß gewissermaßen zwei Kehlköpfe vorhanden sind, und ferner, daß über denselben in Gestalt der Trachea ein eigentliches Ansatzrohr sich befindet, welches vermöge der festen, glatten und dabei elastischen Beschaffenheit seiner Wandung, wie das Ansatzrohr der musikalischen Instrumente, tonerhöhend oder -vertiefend wirken kann. Beim Kehlkopf der Säugetiere und des Menschen wird die Höhe des Tones dagegen allein durch die wechselnde Spannung der membranösen Zungen verändert. (Vergl. P. GRÜTZNER, Physiol. der Stimme und Sprache in HERMANNS Handbuch der Physiol., Bd. I, T. II, Leipzig 1879.)

Für die Mannigfaltigkeit der verschiedenen Vogelstimmen, insbesondere der Gesänge der Singvögel, spielt zweifellos die Differenzierung der Syrinx-Muskulatur, insbesondere des M. tracheo-bronchealis, eine große Rolle. Nach dem Grade dieser Differenzierung lassen sich die Vögel in einer Reihe anordnen, welche mit solchen Formen beginnt, welche überhaupt keine Muskeln am unteren Kehlkopf besitzen (afrikanischer Strauß,

Enten, Hühner, Tauben u. a.), dann zu solchen fortschreitet, bei welchen ein Paar von tracheo-bronchialen Muskeln vorhanden ist (Möven, Reiher, Limicolen, Raubvögel, Kuckucke, Spechte), ferner zu solchen mit zwei (Papageien, manche Schreivögel) und drei bis sieben Muskelpaaren (Schreivögel, echte Singvögel). Die Funktion dieser Muskeln ergibt sich aus ihrer Aufgabe, die Spannung der Stimmbänder und das Lumen der Stimmritze in verschiedener Weise zu verändern.

Anatomisches bringt in der Darstellung HÄCKERS auch im zweiten Kapitel der den geschlechtlichen Dimorphismus im Bau des Syrinx schildernde Abschnitt. Es ergibt sich hier, daß das weibliche Organ im allgemeinen ein geringeres Volumen, eine schwächere Muskulatur, einen primitiveren Bau der Skelettstücke und eine geringe Entwicklung der Labien zeigt. Dies wird an einer Reihe von Beispielen unter Beigabe von diese Verhältnisse klar veranschaulichenden Abbildungen (Schnittbilder vom Syrinx der Amsel, des Gimpels und des Teichhuhns je von Männchen und Weibchen, siehe Figur 145—146) erläutert.

Fig. 146.



Bei dem konstanten Auftreten des Stimmorgans auch im weiblichen Geschlecht ist wohl anzunehmen, daß es sich hier nicht um ein vom Männchen erworbenes und auf das Weibchen reciprok übertragenes Organ handelt, sondern daß der Dimorphismus in der Weise von einem ursprünglich monomorphen Zustand abzuleiten ist, daß beim weiblichen Geschlecht der Syrinx im großen ganzen auf Grund einer Art von Entwicklungshemmung auf einem weniger differenzierten Zustand zurückbleibt. / (HÄCKER *oo.*)

/**Entwicklung** des Syrinx bei **Fringilla domestica** und **Anas boschas**: Beim Sperling sprossen am 5. Tage vom Bronchus die Pfeifen nach innen. Am 7. Tage zeigen sich die Anlagen der Trachealringe; Knorpelzellen bemerkt man am 8. Tage am Syrinx und am 10. Tage auch in der Trachea und den Bronchen. Der Steg zeigt an diesem Tage noch kein festes Skelett, dieses tritt erst gegen das Ende des 11. Tages als ein runder Knorpelstab auf. Am 10. Tage beginnt die Muskulatur sich zu differenzieren, am 12. Tage lassen sich die Muskeln schon nach ihren Ansatzstellen unterscheiden. Auf dem 3. Halbring beginnt sich das spätere Stimmband zu erheben. Die vier untersten Trachealringe werden breiter und berühren sich am folgenden Tage mit ihren Rändern, so die Bildung der Trommel einleitend.

Nicht verschieden hiervon entwickelt sich das Respirationsorgan bei der Ente. Nur treten die Knorpelringe etwas später, am 10. Tage, auf, die Muskulatur am zwölften.

Eben ausgeschlüpfte Sperlinge und Enten besitzen beide eine knorpelige Trachea und eben solche Bronchien, auch beim 17-tägigen Hühnerembryo war noch keine Spur von Knochen vorhanden.

Die Verknöcherung dürfte daher wohl (gegen RATHKE) bei allen Vögeln eine postembryonale sein.

Die Verknöcherung beginnt am unteren Kehlkopf und schreitet von da nach oben fort. Oft sind auch die ersten Bronchialhalbringe, und zuweilen sogar alle verknöchert. Letzteres setzt jedoch ein Gleiches bei der Trachea voraus. Wenn man nun im ersten Trachealring den Beginn der Verknöcherung suchen kann, so gibt es auch hiervon Ausnahmen. So ist er beim Sperber massiv knorpelig, während die nach oben folgenden Ringe der Trommel hohle Knochen repräsentieren.

Die Verknöcherung selbst scheint folgendermaßen vor sich zu gehen. Auf dem Knorpel lagert sich, von vorn oder hinten beginnend, zuerst eine dünne und lückenhafte Knochenlamelle ab. Darauf beginnt das Periost in das Innere zu wuchern und zwar gewöhnlich vom Innenraum der Trachea, seltener von irgend einer anderen Stelle aus. Blutgefäße dringen mit ein und der Knorpel wird allmählich resorbiert und von embryonalen Markzellen erfüllt. Die dem aufgelagerten Knochen zunächst liegenden Zellen differenzieren sich von den übrigen und werden zu Osteoblasten, welche dann von innen heraus eine neue Knochenbildung einleiten. Dieselbe würde schließlich zur gänzlichen Ausfüllung des Hohlraumes führen, wenn nicht das Mark frühzeitig fettig degenerierte und so ein Massivwerden des Knochens verhinderte./ (WUNDERLICH *86*.)

Bronchi.

Vom makroskopischen Verhalten der Bronchien wird noch bei Besprechung des gröberen Baues der Lunge die Rede sein, ich gebe daher hier nur eine der neueren Schilderungen (nach SIEFERT) wieder:

/Der aus der Gabelung der mannigfach in Schlangenwindungen aufgerollten Trachea bei den Vögeln hervorgehende Bronchus jeder Seite tritt medio-ventral an die betreffende Lunge heran und zwar in ihrem vorderen Drittel, verliert sofort seine nach außen und etwas nach vorn gelegenen Knorpelhalbringe, und bildet ganz am Eingang eine lokale Erweiterung, das Vestibulum. Der Hauptbronchus geht, nachdem er auf dem Wege durch die Lunge, bis zum kaudalen Ende Seitenbronchen abgebend, sich allmählich verkleinert hat, am kaudalen Lungenende durch eine weite Öffnung (Ostium posterius) in je einen der großen abdominalen Luftsäcke über. Ungefähr in der Mitte seines Verlaufes sendet dieser Mesobronchium (HUXLEY) genannte Gang einen weiteren Zweigkanal zum hinteren ventralen Lungenrande ab, wo er sich ebenfalls in einen Lnftsack öffnet (Ostium intermedium posterius).

Außer diesem Hauptast gibt der Hauptbronchus gewöhnlich zehn Bronchien zweiter Ordnung ab, die mit großer Regelmäßigkeit derart angeordnet sind, daß vier von der Innen-, sechs von der Außenwand entspringen. Die letzteren, Ektobronchien (Bronches costales, SAPPEY) genannt, gehen in lateraler und dorsaler Richtung zur Lungenoberfläche, während die ersteren, die Entobronchien (Bronches diaphragmatiques, SAPPEY), ventralwärts zur Lungenperipherie hinziehen.

Alle diese Ento- und Ektobronchien geben nun, nicht dichotomisch, sondern radiär oder federförmig, wieder kleinere Röhren ab, die Bronchien dritter Ordnung oder Lungenpfeifen (Parabronchia), welche sich zur Oberfläche der Lungen erstrecken um dort blind zu endigen./ (SIEFERT *96*.)

Über den feineren Bau der Bronchien beim Vogel läßt sich F. E. SCHULZE folgendermaßen vernehmen: In den membranösen Wandteil aller an der Lungenoberfläche hinziehenden Bronchien lassen sich, ähnlich wie bei den Bronchialwandungen der Säugetiere, vier verschiedene Schichten unterscheiden, eine äußere Faserschicht, eine, wenn auch nicht ganz kontinuierliche Muskelschicht, eine innere Faserschicht und eine Epithellage.

Die äußere Faserschicht besteht aus hauptsächlich längsverlaufendem, faserigem Bindegewebe mit eingelagerten feinen elastischen Fasern; zu Anfang des Hauptluftganges sind dünne Knorpelplatten eingelagert, welche spangenartig die Röhre zu zwei Drittel umschließen. Fettgewebe kommt vor.

Die Muskelschicht (glatte Muskulatur) ist nicht kontinuierlich und fehlt unter den Knorpeln gänzlich. Die von dem membranösen Wandteil aus in das Bronchiallumen vorspringenden Septa enthalten besonders in der Nähe der freien Ränder starke Muskelzüge, welche mit den eben besprochenen hie und da durch zartere Muskelfaserlagen in Verbindung stehen.

Die innere Faserschicht besteht aus einer ziemlich dünnen Lage längsgerichteten faserigen Bindegewebes, von feinen elastischen Längsfasernetzen durchzogen. Sie bildet an einzelnen Stellen niedrige Längsfalten und trägt ein mit zahlreichen Becherzellen durchsetztes Flimmerzylinderepithel, welches in den letzten Bronchienenden allmählich an Höhe abnimmt. Vorwiegend in der inneren Faserschicht ist ein Kapillarnetz mit längsgestreckten Maschen entwickelt. (F. E. SCHULZE *71.*)

Die Bronchen sind nach SUPINO beim Vogel im Gegensatz zu denen der Säugetiere mit geschichtetem Pflasterepithel ausgekleidet. Knorpel und Muskulatur nehmen mit dem Kaliber des Bronchialrohres ab. An anderer Stelle sagt er, daß die Bronchien ein geschichtetes Flimmerepithel besitzen, welches in den kleineren Bronchien allmählich einfach wird und so in das geschichtete Pflasterepithel (epithelio pavimentoso stratificato) übergeht. Die Abbildungen geben darüber auch keinen weiteren Aufschluß, vielmehr sind hier die Räume, welche SUPINO als Querschnitte von Bronchen bezeichnet, leer, und die Längsschnitte ganz von Zellen gefüllt. (SUPINO *99.*)

Es dürften also zweifellos die Angaben von F. E. SCHULZE zu Recht bestehen und das Epithel dieser Bronchien als Zylinderepithel zu betrachten sein.

Lunge.

Sämtliche ältere Arbeiten, welche sich mit der Anatomie der Vogellunge befassen — und es besteht hierüber eine große Literatur — enthalten nichts weiter als Versuche, in den gröberen Bau der Lunge einzudringen, d. h. vor allem Anordnung und Verhalten der Luftwege zu erkennen. Erst von Mitte des 19. Jahrhunderts an begann man auch jene feineren Elemente zu erkennen, aus welchen der hochkomplizierte Respirationsapparat aufgebaut ist, der in der Vogellunge früher als Parenchym bezeichnet wurde. Dieser Gliederung folgend, bespreche ich zunächst den **gröberen Bau** der Lunge, worüber ich auch auf die oben p. 312f. erwähnten Arbeiten verweise.

Der Bau der Vogellunge wurde untersucht 1816 von FULD, 1818 von GEOFFROY-SAINT-HILAIRE, 1825 von COLAS, 1832 von RETZIUS; der erste dieser Anatomen hat die Canaliculi der Lunge genau be-

schrieben, der zweite hat die Bronchi costales kennen gelehrt, der dritte die Bronchi diaphragmatici, der vierte die zelluläre Anordnung der Luftgänge. / (SAPPEY *47*.)

/ COLAS wies 1825 die Kommunikation zwischen benachbarten Lungenpfeifen und Alveolen nach. / (M. BAER *96a* und *b*.)

/ ED. WEBER stellte durch Injektion die bis dahin nicht bekannten Endzweige „Rami finales“ in der Vogellunge dar. Diese Endzweige liegen in den Zwischenräumen jenes gröberen Röhrennetzes, das die Grundlage der Lungen bildet, entspringen aus den Wänden der Röhren und sind höchst enge, ästige, mit geschlossenen Enden aufhörende röhrenförmige Anhänge an denselben. Sie sind viel enger als die Endzweige an den Lungen der Säugetiere.

Das Verhalten der größeren Luftröhrenverzweigungen ist folgendes: Jeder Hauptast des Bronchus gibt ästige Zweige ab, welche in das die Lungengrundlage bildende Röhrennetz führen. Die weitere Fortsetzung desselben geht in einen Luftsack über. An der Übergangsstelle gehen gleichfalls ästige Röhren von ihr und von dem Luftsacke aus rückwärts in das Röhrennetz, welches die Grundlage der Lunge bildet. / (ED. WEBER *41*.)

/ Die Lunge der Vögel besteht aus einer Anzahl von Gängen von gleichem Durchmesser, welche untereinander anastomosieren und so einen Plexus bilden, in welchem die atmosphärische Luft von der Oberfläche zum Zentrum vordringt. Um diesen Plexus bestehen die Verzweigungen der Bronchien, welche sämtlich von elf Hauptstämmen ausgehen, vier von diesen führen zur Hinterfläche der Lunge, sieben verteilen sich auf der Oberfläche. Die Kanäle und Kanälchen, in welche sie sich teilen, nebeneinander gelagert, bilden um die Lungenoberfläche eine aërifere Membran, welche unten dem Diaphragma und oben der Innenfläche der Rippen anliegt. Lunge und die aërifere Membran werden besonders durch das Zwerchfell bewegt. / (SAPPEY *46*.)

/ SAPPEYs große Monographie des Atmungsapparates der Vögel behandelt die Lungen, das Zwerchfell, die Luftbehälter, die Anwesenheit der Luft in den Federn und gibt eine eingehende historische Darstellung, betreffend die Entstehung unseres Wissens über den Atmungsapparat der Vögel. Von den makroskopischen Ergebnissen der Arbeit SAPPEYs hebe ich hervor den Nachweis, daß die Luftsäcke an der Hämatose nicht teilnehmen (siehe unten). Für makroskopische Untersuchung des Atmungsapparates der Vögel ist die SAPPEYsche Arbeit und deren Abbildungen heute noch von Wichtigkeit. Von den den älteren Autoren bekannten, dann vergessenen und von SAPPEY wieder entdeckten Tatsachen seien hervorgehoben die Anastomosen der Canaliculi aëriferi.

Hinsichtlich der Luftgänge kommt SAPPEY zu folgenden Resultaten: Bei den Säugetieren ist die Teilung der Bronchen dichotomisch, bei den Vögeln ist sie federförmig. Bei den Säugern verlaufen die Bronchen vom Zentrum zur Oberfläche, sie sind zentrifug oder strahlenförmig. Bei den Vögeln sind sie von der Oberfläche zum Zentrum gerichtet; sie sind peripherisch und konvergent. Bei Säugern endigen die letzten Bronchialverzweigungen, indem sie sich in ein Läppchen öffnen, bei den Vögeln endigen dieselben Verzweigungen, indem sie sich ineinander öffnen. Bei den Säugern sind die größten Bronchen immer parallel zur Resultante der inspiratorischen Kräfte, bei den Vögeln sind die Luftkanäle perpendikulär zur selben Resultante, welche im Gegenteil parallel zu den Canaliculi wird. / (SAPPEY *47*.)

Williams *59* erkennt die Alveolen (air-cells) in der Vogellunge noch nicht.

/ Aus den Luftgängen in den Lobulis gehen nach Williams feinere Luftgänge hervor, und aus diesen wiederum tritt die Luft, wie auch Rainey behauptet hat, unmittelbar in die Zwischenräume eines feinen Kapillarnetzes. Diese feinen Blutgefäße sind nach Williams mit einem durchscheinenden Epithelium (siehe unten) bekleidet; weiter behauptet er, daß jedes Gefäß von seinem Nachbargefäße getrennt ist, so daß die Luft durch dieses isolierte Netz von Gefäßen hindurchtritt.

Schröder van der Kolk kann diese Vorstellung nicht verteidigen. Er findet vielmehr die größeren Gänge reichlich mit elastischem Gewebe überzogen und aus demselben geht nach allen Seiten ein feines Balkengewebe hervor, in welchem ein dicht zusammengedrängtes, sehr feines Kapillarnetz verläuft, dessen Gefäße viel feiner sind als bei irgend einer Säugetierlunge. Der Durchmesser dieser Gefäße beim Huhne betrug $^1/_{500}$ mm, während er beim Menschen nur $^1/_{100}$ mm beträgt: das Maß der kleinsten Luftgänge im Balkengewebe der Vogellunge beträgt 0,012 mm; nirgends aber sind die Gefäße in der Vogellunge isoliert, so daß die Luft durch einzelne nackte Gefäße durchstreichen könnte. Die Gefäße sind vielmehr in dem Balkengewebe enthalten, das mit sehr dünnen Epithelzellen bekleidet ist.

Die Lungen der Vögel werden durch die auswendige Aponeurose, welche in das Diaphragma übergeht, erweitert. / (Schröder van der Kolk *60*.)

/ Bei den Vögeln wird durch das enge Kaliber der Blutkapillaren sowohl wie durch die damals von Eberth angenommene allseitige nackte Lage derselben die größtmöglichste Respirationsfläche und der rascheste und ergiebigste Gaswechsel erzielt. / (Eberth *63*.)

/ „Der als gradlinige Fortsetzung des freien Bronchus jede Lunge von vorn nach hinten durchsetzende, und schließlich mit weitem Ostium in den Abdominalluftsack mündende Hauptluftgang gibt seitlich Bronchialröhren ab, welche mit ihren einfach fiederförmigen Seitenzweigen an der Oberfläche der Lunge unmittelbar unter deren accessorischer Bindegewebshülle und zur Hälfte mit dieser verschmolzen, hinziehen, und zum Teil ebenfalls in Luftsäcke übergehen. Während von den an der Lungenoberfläche gelegenen membranösen Wandteilen dieser Bronchien nur einfache, niedrige, glatte Septa nach innen vorspringen, welche, maschenartig verbunden alveoläre, wabenförmige Räume umgrenzen, gehen von allen dem Lungenparenchym anliegenden Seiten derselben, sowie auch von einigen Teilen des Hauptluftganges unter rechtem Winkel die sogenannten Lungenpfeifen oder Luftkanälchen (Canaliculi aëriferi) ab. Es sind dies langgestreckte, auf dem Durchschnitte dem äußeren Umfange nach sechseckige Röhren, deren voluminöse Wandungen das eigentlich respirierende Gewebe enthalten und die Hauptmasse der ganzen Vogellunge ausmachen.“ Sie anastomosieren vielfach. „Ihr auf dem Querschnitt (siehe Fig. 147) kreisrundes Binnenlumen wird markiert durch die freien Innenränder starker membranöser Ringleisten, welche vielfach durch schräge Anastomosen ineinander übergehen, sich in ziemlich gleichen Abständen folgen, und durch zahlreiche, längsgerichtete, dünnere Zwischensepta verbunden werden. So entsteht ein Maschenwerk, welches wabenartige Räume umschließt, deren Grund durch das die voluminöse Wandung der Pfeifen darstellende Parenchym gebildet wird. In dieses letztere hinein führen von jeder solchen wabenartigen Seitennische aus einige senk-

recht und radiär zur Längsachse der Pfeifen gerichtete Gänge, welche anfangs einfach und gerade, sich alsbald baumartig, und zwar vorwiegend spitzwinklig dichotomisch verzweigen und schließlich in kleine (beim Schwan 0,015—0,009, bei der Gans 0,010—0,006, bei der Taube 0,009 —0,006 mm im Durchmesser haltende) seitliche und terminale längliche Blindsäcke auslaufen, welche bei starker Füllung durch Injektionsmassen noch mit zahlreichen, buckelförmigen Vortreibungen besetzt erscheinen." (F. E. SCHULZE *71*.)

BAER beschreibt den makroskopischen Bau der Vogellunge eingehend. Sämtliche Bronchialzweige sind verhältnismäßig weit, durchaus dünnhäutig, und sehr innig mit dem Lungenparenchym verbunden. Die Wände sämtlicher Bronchialäste, auch derjenigen, welche in Luftsäcke übergehen, sind von einer Unmenge dichtstehender, gleichweiter Öffnungen siebartig durchbohrt, den Zugängen zu den letzten und feinsten Bronchialverzweigungen, den Bronchen dritter Ordnung, den sog. Lungenpfeifen.

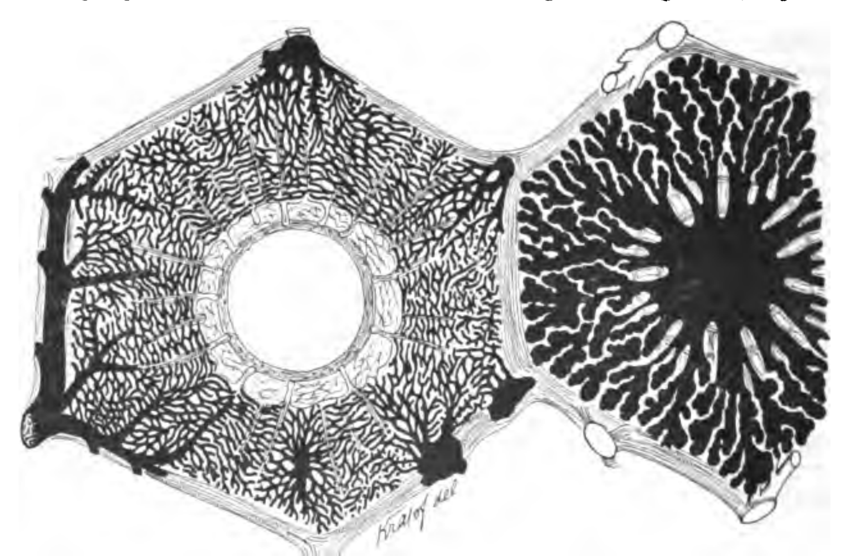


Fig. 147. **Lunge von der Gans.** Zwei Lungenpfeifen im Querschnitt. An der rechts gelegenen sind die Lufträume mit dunkler Injektionsmasse stark angefüllt. An der linken sind die Gefäße von der Arteria pulmonalis aus injiziert dargestellt. (Nach F. E. SCHULZE *71*.)

Die verhältnismäßig dicken Wandungen der Lungenpfeifen (Parabronchia Huxley, Canaliculi aëriferi Schulze, Canaux tertiaires, Bronchial tubes Rainey) werden nur von dem respiratorischen Lungenparenchym selbst dargestellt. Die Innenfläche dieser Kanäle zeigt ein feinstes Fachwerk von bienenwabenähnlichen Nischen. In diese Nischen münden radiär zu den Lungenpfeifen, selten einzeln, meist zu zwei oder drei vereint, die Ausführgänge der primären Lungenläppchen, Rami finales. Sie sind nach der Peripherie spitzwinklig dichotomisch verästelt, dabei leicht geschlängelt und endigen in seitlichen oder terminalen, traubigen oder höckerigen Blindsäcken, den Alveolen; letztere besitzen einen Durchmesser von 6—10 μ. Ihre Wände, sofern von solchen überhaupt die Rede sein kann, werden von den dichten Kapillarnetzen der Vena pulmonalis gebildet, gestützt von nur spärlichen Zügen von Bindegewebe und elastischen Fasern. Die Schleifen der Kapillarnetze springen vielfach

frei in das Lumen der Alveolen vor, so daß sie allseitig von Luft umspült sind.

Von RAINEY und anderen, neuerdings auch von H. STRASSER *77* wird entgegen der Ansicht von F. E. SCHULZE *71* angenommen, daß auch zwischen den Alveolen derselben und benachbarter Bronchen zahlreiche offene Kommunikationen, zwischen den einzelnen Bälkchen der Kapillargefäße hindurch bestehen. Auch BÄR konnte derartige Kommunikationen an Doppelinjektionspräparaten wiederholt verfolgen.

Infolge derselben und vor allem durch die offene Verbindung der einzelnen Lungenpfeifen kann die Atemluft überall, nach jeder Richtung hin, direkt und ohne die großen Röhren passieren zu müssen, durchstreichen und ist nicht, wie in den Säugerlungen gezwungen, bei der Ausatmung wieder denselben Weg einzuhalten, den sie bei der Einatmung benutzt hatte.

Physiologisch von größter Wichtigkeit ist der relativ geringe Rauminhalt der Luftwege im Vergleich zu dem ungeheueren Reichtum an Kapillaren.

Im Zwerchfell haben wir es bei den Vögeln nicht mit einer großen muskulösen Scheidewand zwischen Brust und Bauchhöhle zu tun, wie bei den Säugetieren, sondern bloß mit einem System zarter, bindegewebiger Häute, die lose ausgespannt bei dem Mechanismus der Atmung unmöglich eine große Rolle spielen können, denn auch die Muskeln des pulmonalen Zwerchfells sind äußerst schwach ausgebildet./ (M. BAER *96 a* und *96 b*.)

/SUPINO untersuchte die Lunge von Buteo vulgaris und Anas boschas und kommt zum Schluß, daß, während bei den Säugern der Bronchiolus im Infundibulum endigt, das von zahlreichen Alveolen gebildet wird, bei den Vögeln dagegen jeder Bronchiolus seinen Alveolus hat und dieser besteht nur aus einer einfachen Erweiterung des Bronchiolus selbst. Es erhält sich damit bei den Vögeln ein Stadium, welches bei höheren Tieren nur vorübergehend (in Ontogenie und Phylogenie) auftritt.

Die Alveolen messen beim Vogel nur 3 μ im Mittel und stecken im Bindegewebe, so daß sie schwer zu sehen sind. Sie sind also nicht groß polyedrisch, wie PANCERI sagt. Bei der Entwicklung der Säugetierlunge zeigen die Bronchialschläuche zuerst an ihrem Ende eine bläschenförmige Erweiterung (primäre Luftzellen). Dieses Stadium erhält sich bei den Vögeln. Bei Säugern teilt sich dagegen jede dieser Zellen in zwei oder drei Teile (sekundäre Luftzellen), während die kleineren Bronchialschläuche sich weiter teilen und neue Luftzellen entstehen lassen. Endlich hört die Verzweigung der Bronchialschläuche auf und die Luftzellen der kleineren Läppchen kommen, indem sie zuletzt wachsen, dazu, sich in einen gemeinsamen Raum zu öffnen./ (SUPINO *99*.)

Über die ältere, die Vogellunge betreffende Literatur (GIRARDI, COLAS, LEREBOULLET, SAPPEY, GUILLOT, RAINEY, MILNE EDWARDS, DROSIER, CAMPANA, MALACARNE, HUXLEY, PANCERI, REMY-PERRIER) vergl. endlich SUPINO *99*. Alle diese Autoren haben, wie Supino beifügt, keine klare und richtige Vorstellung über das Verhalten der Alveolen in der Vogellunge.

Was die Anordnung der respirierenden Endräume und deren Verhalten zu den luftleitenden Wegen, besonders den Lungenpfeifen anlangt, kann ich auf Grund eigener Untersuchungen (meine Abbildungen siehe unten bei Pyrrhula canaria) im wesentlichen die Darstellungen von F. E. SCHULZE und M. BAER bestätigen und hoffe, durch meine unten bei der

Einzelschilderung (siehe Pyrrhula canaria) gegebenen Abbildungen und Schilderungen zeigen zu können, daß diese zunächt etwas kompliziert erscheinenden Verhältnisse sich doch auf jenes Verhalten zurückführen lassen, welches für die Wirbeltierlunge typisch ist.

Ich wende mich nun zu den Einzelheiten im **feineren Bau** der Vogellunge.

Epithel. Offen muß bekannt werden, daß die Darstellung des Lungenepithels (siehe oben p. 168 ff.) in der Vogellunge bis heute noch nicht gelungen ist. Dies kann aber nicht Grund sein, anzunehmen, daß hier dieses Epithel etwa fehle. Wir dürfen vielmehr nach allem, was wir über den Vorgang der Atmung wissen, überzeugt sein, daß auch in der Vogellunge die Endothelwand der respirierenden Kapillaren von einem Lungenepithel gedeckt ist.

/ RAINEY hat das Aufhören des Flimmerepithels der Bronchi an den Enden der Bronchien irrtümlich für das Ende aller anderen sie deckenden Elemente gehalten. Die anscheinend nackten Gefäße der Alveolen sind in Wirklichkeit von einem „hyalinen Epithel" bedeckt, übereinstimmend mit dem der Reptilien. (Hyalines Epithel nennt WILLIAMS ein Epithel, dessen Kerne und Körnchen weniger deutlich sind, als dies für andere Epithelien beschrieben ist.) Wenn es auch nicht möglich ist, dieses Epithel bei den Vögeln nachzuweisen, so muß dasselbe auf Grund seines Vorkommens bei niederen Wirbeltieren (siehe oben p. 168 ff.) angenommen werden. Außerdem läßt sich der Übergang des Zylinderepithels der Bronchi in das Plattenepithel an den größeren Gefäßen direkt erweisen. / (WILLIAMS *59.*)

/ Es bestehen Beobachtungen aus älterer Zeit, zu der ein Lungenepithel überhaupt noch nicht richtig erkannt war, auch über ein Lungenepithel der Vögel, so von WILLIAMS.

Auch WATERS, der, wie aus seinen Zeichnungen hervorgeht, das Lungenepithel gar nicht erkannte, bestätigt die Angaben von WILLIAMS für die Lunge der Vögel. / (WATERS *60.*)

/ Am Beginn der Lungenpfeifen hört das Flimmerepithel auf, und die durchbrochene, vorzugsweise Muskeln aber keine Gefäße enthaltende Membran derselben ist mit sehr zarten, $^1/_{200}$—$^1/_{250}'''$ großen, zerstreut liegenden Plattenepithelien überkleidet. Die Kapillargefäße der feinsten Luftwege sind, wie EBERTH damals annahm, vorzugsweise nackt, nur da und dort liegen ihnen einzelne zarte Plattenzellen auf. / (EBERTH *63.*)

/ ELENZ erhielt an der herausgenommenen Lunge, beim Versuch, das Epithel darzustellen, beim Vogel keine Resultate, weil die Höllensteinlösung nach Injektion durch die Trachea sofort wieder durch die an der Oberfläche mündenden größeren Lungenpfeifen herauslief.

Bei Injektion am ganzen Tier samt Füllung der Luftsäcke konnte ELENZ „ein einfaches vollständiges Plattenepithel auf den durchbrochenen Wandungen der Pfeifen nachweisen, das sich in die Mündungen der kleineren Kanäle fortsetzte", allein er war nicht im Stande, „über den Kapillaren der feinsten Luftwege etwas Entscheidendes darzutun".

Da sich nun bei allen übrigen Wirbeltieren ein vollständiges Epithel in der Lunge finden läßt, so hat nach ELENZ die Vermutung viel Wahrscheinliches für sich, „daß sich auch in der Vogellunge noch ein vollständiges Lungenepithel, wenn auch ein eigentümlich modifiziertes, finden lassen wird, besonders da, wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, die Anlagen dazu beim Embryo vorhanden sind, und bis jetzt uns nichts zu

der Annahme berechtigt, daß dieses embryonale Epithel im späteren Verlaufe vollständig zugrunde ginge". / (ELENZ *64.*)

/ Die Darstellung „des wahrscheinlich vorhandenen Epithels" ist F. E. SCHULZE nicht gelungen. / (F. E. SCHULZE *71.*)

/ Die Blutkapillargefäße bilden in den terminalen Alveolen „längliche anastomosierende Maschen, deren Wände wohl nur aus hyalinem Epithel bestehen und einen Gesamtdurchmesser von 2 μ besitzen". / (GADOW in BRONN *unvoll.* Bd. VI, Abt. 4, 1.)

/ Bronchien und Lungenpfeifen sind von einem flimmernden Epithel ausgekleidet. Zwischen den Flimmerzellen sind Becherzellen häufig. Ob auch die Innenfläche der Alveolen ein Epithel trägt, ist bis heute nicht entschieden. M. BAER scheint es sehr unwahrscheinlich. Höchstens könnten die zwischen den einzelnen Kapillarschlingen restierenden Lücken, die aber bei der großen Dichtigkeit des kapillaren Filzwerks nur sehr spärlich vorkommen, mit einem zarten Plattenbeleg versehen sein. Die Kapillaren selbst sind jedenfalls nackt. / (M. BAER *96a* und *b.*)

Demgegenüber möchte ich, wie gesagt, mit Entschiedenheit an dem Vorhandensein des Lungenepithels auch in der Vogellunge festhalten.

Grundsubstanz des Lungengewebes. / Das Zellgewebe, welches die Vogellunge bildet, läßt SAPPEY (p. 18) aus Lamellen und Fäden und beim Huhn ganz aus sehnenähnlichen Fäden bestehen. / (SAPPEY *47.*)

/ Nach LEYDIG bestehen die Lungen bei Vögeln aus einer an elastischen Elementen überaus reichen Bindesubstanz.

Die Lunge der Vögel scheint LEYDIG immer pigmentlos zu sein. / (LEYDIG *57*, p. 376.)

/ Die Zusammenziehung der Lunge bei der Exspiration wird durch die vielen elastischen Fasern vermittelt, welche überall in der Lunge, vorzüglich in den geräumigeren Luftkanälen, aber auch in dem Balkengewebe vorkommen. / (SCHRÖDER VAN DER KOLK *60.*)

/ EBERTH dagegen meinte irrtümlicherweise, im eigentlichen Lungengewebe fehlen elastische Fasern fast ganz. / (EBERTH *63.*)

/ In der Lunge erwachsener Vögel weist PISO-BORME auch die von E. SCHULTZ *50*, p. 30 vermißten elastischen Fasern der Lungenbläschen nach. / (PISO-BORME *67.*)

/ „Da von allen denjenigen Teilen der Vogelbronchien, welche dem Lungenparenchym unmittelbar anliegen, die Lungenpfeifen in großer Menge und dicht nebeneinander rechtwinklig abgehen, so muß daselbst die Bronchialwand ihren membranösen Charakter verlieren und zu einem Gitterwerke werden. Die Balken derselben bestehen aus derben Zügen glatter Muskulatur mit eingelagerten, elastischen Fasern und einer faserigen Bindegewebsgrundlage, welch letztere sich an der freien Oberfläche als dünne, mit Kapillarnetzen reichlich durchzogene und mit niedrigem Flimmerzylinderepithel gedeckte innere Faserschicht ausbreitet. Von diesem die Eingangsöffnungen der Lungenpfeifen umziehenden muskulösen Balkennetze setzen sich feinere Züge gleicher Art in die Pfeifen selbst fort, um hier die verdickten freien Ränder der Ringleisten (membranösen Querwände) abzugeben, welche im übrigen ebenso wie die sie verbindenden, weniger vorspringenden längsgerichteten Septa nur aus faserigem Bindegewebe und zarten elastischen Fasern bestehen.

Das Grundgerüst der dicken, schwammigen, äußeren Pfeifenwandung wird von einer sehr zartfaserigen fast homogenen Bindegewebssubstanz mit feineren elastischen Fasernetzen gebildet, welche das reiche, zum Austausch der Gase bestimmte Kapillarnetz trägt. Dieses respiratorische Kapillarsystem

entwickelt sich aus den an der Peripherie der Pfeifen hinlaufenden und von da aus mit kleinen Endzweigen in das Parenchym derselben hie und da eindringenden letzten Verästelungen der Art. pulmonalis und führt in die ähnlich gelegenen Anfänge der Vena pulmonalis über. Die in das Lumen der Luftgänge oft ein wenig vorspringenden, aber stets mit der bindegewebigen Grundsubstanz fest verbundenen, d. h. derselben mehr oder minder vollständig eingebetteten (RAINEY spricht in den Med. chirurg. transactions 1849, p. 50 die Ansicht aus, daß die Kapillaren ganz frei durch die Lufträume hindurchzögen, ohne von einem verbindenden Gewebe gestützt zu werden). Kapillaren haben eine sehr geringe Dicke und umkreisen, sich vielfach netzartig verbindend und langgestreckte, oft fast spaltenförmige Maschen umschließend, die letzten Luftgänge meistens in querer Richtung."

Zwischen den Pfeifen finden sich bei einigen Vögeln (Gans, Ente) ziemlich dicke, bei anderen (Taube) kaum erkennbare Lagen eines hellen, faserigen, interstitiellen Bindegewebes. / (F. E. SCHULZE *71.*)

/ Die elastischen Fasern (Orceinfärbung) findet SUPINO in der Vogellunge sehr entwickelt. / (SUPINO *99.*)

Muskulatur. / In der Vogellunge glaubt LEYDIG am Reiher in der Lunge Muskeln gesehen zu haben, die den größeren Röhren angehören mochten. / (LEYDIG *57*, p. 375.)

/ ECKER (Icones physiolog. Erklärung zur 10. Taf.) will dagegen in dem Balkengewebe, welches zwischen den feineren, in die eigentlichen Lungenpfeifen mündenden Luftkanälen liegt, glatte Muskelfasern gefunden haben.

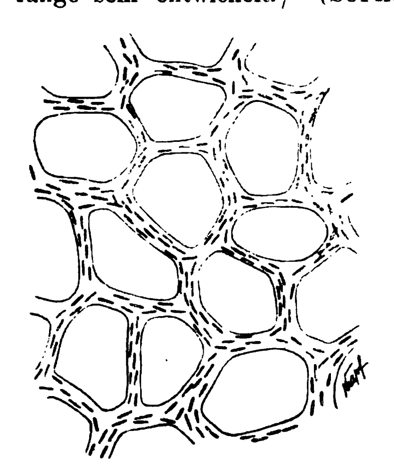


Fig. 148. **Muskelbalken aus den Lungenpfeifen der Taube.** Vergr. 350fach, reduziert auf $^2/_3$. (Nach EBERTH *63.*)

EBERTH findet in den Balken der Pfeifenwände glatte Muskelfasern in Menge (siehe Fig. 148), nicht dagegen in den Wänden der feineren Lungenzellen. / (EBERTH *63.*)

/ Die Anordnung der Muskelfasern der Vogellunge ist folgende: Sie hängen fest unter sich zusammen und sind beständig in Bündeln in der Nähe der Bläschenränder angeordnet. Ein ziemlich lockeres Bindegewebe hält die Bündel vereinigt und dient als Träger der Blutgefäße. In dem übrigen Teile der Bläschenwand werden die Muskelfasern immer seltener, je mehr sie sich ihrer Mitte nähern, wo sie ganz isoliert und mitunter vereinzelt auftreten. Sie behalten übrigens überall die quere Richtung bei, und selbst, wo sie isoliert und sehr spärlich sind, wechseln sie beinahe regelmäßig mit einem lockeren Bindegewebe ab, welches eine wechselnde Menge elastischer Fasern enthält. Bei den Vögeln starken Fluges (Schwalbe und Weihe) sind die Muskelfasern der Lungenbläschen in größerer Menge vorhanden als bei denen, welche selten fliegen. / (PISO-BORME *67.*)

Auch F. E. SCHULZE *71* erwähnt in seiner Beschreibung des Grundgewebes der Vogellunge (siehe oben p. 329) das reichliche Vorhandensein von Muskulatur.

Nerven. / EBERTH *63* (p. 451) sah auch in den Lungen von Vögeln (Falco buteo, Taube) einzelne Ganglienzellen und zahlreiche doppelt konturierte Nervenfasern. / (C. F. TH. KRAUSE *81*.)

Pleura. / Nach Angabe aller Forscher ist nur die dem Brustbein und der Bauchhhöhle zugewandte Fläche der Lunge vom Brustfell überzogen, während die kostale und mediane Fläche eines serösen Überzuges entbehren soll. GUILLOT *46 b* bezeichnet diese Annahme als irrig und BAER stimmt ihm bei. Es gelang BAER stets, eine zusammenhängende, wenn auch sehr zarte Membran auf der ganzen Oberfläche der Lungen nachzuweisen, die aber durch die Verlötung mit der Rippenwand eine etwas zerfaserte Oberfläche zeigt. Somit wäre die feste Verbindung der Lunge mit der Brustwand auf eine Verwachsung der Pleura costalis mit der Pleura pulmonalis zurückzuführen, wie ja auch im Bereich der Ventralfläche die allgemein angenommmene Pleura pulmonalis mit dem sog. Diaphragma verwächst. Physiologisch besonders wichtig ist neben dieser Verwachsung die geringe Elastizität der Lungen. / (M. BAER *96 a* und *b*.)

/ BERTELLI untersuchte die Pleuren der Vögel und fand, daß, abgesehen von den Punkten, an die sich die Bindegewebszüge, welche die Lungen mit den Wandungen der Pleurahöhle verbinden, ansetzen, und ebenso mit Ausnahme der ventralen Diaphragmaoberfläche der Lungen alle übrigen Teile der Oberfläche dieses Eingeweides und die entsprechenden Wände der Pleurahöhle von einer Serosa überzogen seien. / (BERTELLI *00 a*.)

/ Die Verbindung zwischen Pleura pulmonalis und parietalis erfolgt vermittelst Bindegewebsfäden, welche zwischen ihnen große freie Flächen der Blätter lassen, oder durch Verschmelzung auf immer sehr ausgedehnten Strecken. Die Verbindung durch Bindegewebsfäden fand sich bei den Gallinacei (Gallus domesticus, Meleagris gallopavo); die Verbindung durch Fusion der Pleurablätter bei den Palmipediern (Cygnus olor, Anas boschas), bei Columba domestica, Passer Italiae und Buteo vulgaris.

Die speziellen am Huhn (Gallus) erhobenen Befunde BERTELLIS siehe unten im Kapitel: Gallinacei. / (BERTELLI *01*.)

Entwicklung der Vogellunge: / Die Lungenanlage betrachteten als ursprünglich doppelt: v. BAER (Über die Entwicklungsgeschichte der Tiere, 1828) und RATHKE (Über die Entwicklung der Atemwerkzeuge bei den Vögeln und Säugetieren. Nov. Act. Phys.-med. Acad. Caes. Leop. Car., t. XIV, Bonn 1828); als einfach, wenn auch zweilappig, dagegen REMAK *55* und später SEESSEL (Zur Entwicklungsgeschichte des Vorderdarms, Arch. f. Anat. und Entw.-Gesch., Anat. Abt., 1877).

SELENKA *66* läßt die Lunge beim Hühnerembryo gegen das Ende des dritten Tages als zwei laterale Knospen des Darmrohres entstehen, welche sich blindsackförmig verlängern und später nur durch einen gemeinsamen Kanal, die künftige Trachea, verbunden sind.

GÖTTE (Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Darmkanals im Hühnchen. Tübingen 1867) läßt sich die Lungen beim Hühnerembryo in der 60. bis 70. Stunde bilden, als hohle Ausstülpungen der ventrolateralen Wand des Oesophagus.

Larynx und Trachea wären nach HIS (Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbeltierleibes. Leipzig 1868) die ersten Anlagen des Lungenapparates. Sie erscheinen als einheitliches Rohr ventral an der Wand des Kopfdarmes. Dieses Rohr stammt vom Reste einer Rinne, welche ursprünglich laterale Ausstülpungen trägt, Rudimente jedes Hauptbronchus. HIS nimmt also an, daß der wichtigste Teil der Lungen-

anlage, der Ursprung der Hauptbronchien, ursprünglich paarig und bilateral ist.

FISCHELIS (Beiträge zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte der Lunge, Inaug.-Diss., Berlin 1885) findet eine bilaterale Lungenanlage, bevor noch die Lungenrinne sich vom Darmrohr isoliert.

KASTSCHENKO (Das Schlundspaltengebiet des Hühnchens. Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt., 1887) lehnt sich zuerst gegen die Ansicht der früheren Autoren auf. Gegen Ende des zweiten Tages zeigt beim Hühnchen der Kopfdarm fast in seiner ganzen Länge zwei ziemlich vorspringende symmetrische laterale Ränder, welche KASTSCHENKO respiratorische Schläuche nennt. Am vorderen Ende des Darmrohres vereinigen sich diese beiden Bildungen miteinander in einem kleinen Blindsack, der SEESSELschen Tasche; in ihrem mittleren Teil sind sie segmentiert und bilden die entodermalen Kiementaschen; im kaudalen Teil platten sie sich allmählich ab und verschwinden kurz ehe sie die vordere Lippe des Umbilicus intestinalis erreichen. Gegen Ende des dritten Tages lassen die respiratorischen Schläuche zwei kleine laterale Schläuche entstehen; dies ist die erste Anlage der Hauptbronchen. Zuletzt isoliert sich, durch einen von hinten nach vorn fortschreitenden Abschnürungsprozeß, die Anlage des Lungenapparates allmählich vom Kopfdarm; die ventrale Region dieses Segmentes des Darmrohres bildet sich zum Rudiment der Trachea und des Larynx um. Die Lungen haben also nach KASTSCHENKO beim Huhn einen doppelten bilateralen Ursprung, der von der tracheo-laryngealen Anlage unabhängig ist.

F. MOSER *02* (deren spezielle Resultate siehe unten im Kapitel: Gallinacei) schließt sich den älteren Angaben (von KASTSCHENKO) an und beschreibt die Anlage der ventralen Lungenrinne am Anfang des dritten Tages.

Während also die älteren Autoren bei den Vögeln die Lunge durch bilaterale Knospung am kaudalen Ende einer einheitlichen Lungenrinne entstehen lassen, erkannte KASTSCHENKO allein, gestützt auf Rekonstruktion, die Unabhängigkeit und das frühere Auftreten der Lungenknospen gegenüber der Anlage des Tracheo-laryngealkanals. WEBER und BUVIGNIER bestätigen und modifizieren die Resultate KASTSCHENKOS. / (WEBER und BUVIGNIER *03 e.*)

Luftsäcke.

Über die **makroskopisch**-vergleichende Anatomie der Luftsäcke orientiert man sich nach den Werken von HUNTER *1774*, CUVIER *10* und *37*, GUILLOT *46*, SAPPEY *47*, dann von STRASSER *77* und M. FÜRBRINGER *88*, p. 1093f. und endlich nach den neueren eingehenden Darstellungen von G. ROCHÉ *91* und M. BAER *96 a*.

/ Entdeckt wurden die Luftsäcke von COITIER 1623. Die Verwachsung der Lungen mit der Brustwand war dagegen schon ARISTOTELES bekannt. HARVEY sah 1651, daß die Luftsäcke vermittelst besonderer Öffnungen mit den Lungen kommunizierten. / (M. BAER *96 a* und *b*.)

/ PERRAULT 1666 hat die Luftsäcke bei einigen seltenen Vögeln festgestellt, GIRARDI zeigte 1784, daß sich deren neun bei allen Vögeln finden und hat von denselben eine gute allgemeine Beschreibung gegeben. / (SAPPEY *47*.)

/ SAPPEY unterscheidet bei den Vögeln jederseits fünf voneinander unabhängige Luftsäcke. / (SAPPEY *46*.)

/ Die ältere Literatur über die Luftsäcke der Vögel (meist makroskopisch) siehe bei FICALBI *84a.* / (FICALBI *84a.*)

/ BIGNON konstatiert die cervico-cephalischen Säcke auch beim Pelikan, wo sie bis dahin nicht bekannt waren. Die kranialen Zellen, welche mit diesen Säcken in Beziehung stehen, sind sehr entwickelt. Das pneumatische System kommuniziert mit dem Pulmonarsystem durch Vermittlung der Vertebralsäckchen. / (BIGNON *88.*)

/ ROCHÉ verdanken wir eine eingehende Darstellung der vergleichenden Anatomie der Luftreservoire der Vögel. Unter Beigabe von trefflichen Abbildungen wird dieser bei den verschiedenen Vögeln in seiner Ausdehnung so sehr wechselnde Apparat eingehend makroskopisch geschildert. Für diejenigen, welche sich rasch über die Ausdehnung der Reservoire in den verschiedenen Vogelgruppen orientieren wollen, verweise ich besonders auf die von ROCHÉ *91* auf p. 110 und 111 gegebene übersichtliche Tabelle. / (ROCHÉ *91*, vergl. auch ROCHÉ *90b.*)

/ Die Luftsäcke der Vögel stellen ein System von typisch angeordneten Hohlräumen dar, welche von einer äußerst zarten, fast vollkommen durchsichtigen Membran umschlossen sind. Man hat diese Membran allgemein als Fortsetzung der Bronchialwände und die Luftsäcke als Ausstülpungen der Bronchien betrachtet. Dieser Auffassung schließt sich BAER nicht an, schon deshalb nicht, weil die Luftsäcke im frühen Embryonalstadium, als durchaus selbständiger Teil der Lungenanlage, gleichsam als besondere Lappen auftreten, dann aber vor allem, weil diese Membran mit den Wänden der großen Bronchen auch morphologisch in gar keine Beziehung gebracht werden kann. Wir müssen vielmehr die Luftsäcke als einen besonderen Teil der Atmungsorgane, als etwas zu den Lungen Hinzugekommenes (PAGENSTECHER *78*) betrachten. / (M. BAER *96a* und *b.*)

Feinerer Bau der Luftsäcke der Vögel: / Die Luftsäcke der Vögel bestehen aus folgenden Schichten:

1. Einer dünnen Bindegewebsmembran, welche das Stroma des Sackes darstellt;
2. einer Schicht Plattenzellen, welche die Innenfläche der Säcke auskleiden und sich in allen ihren Derivaten finden;
3. aus einer Schicht von Endothelzellen, welche nur in einigen Säcken, die frei in der Bauchhöhle liegen, die äußere Oberfläche überkleiden und vom Peritoneum geliefert werden;
4. wenig zahlreichen Gefäßen, welche im Bindegewebe verlaufen und gleichfalls sehr seltenen Nerven. / (FICALBI *84a.*)

/ Soweit die Wandungen der Luftsäcke nicht mit ihrer Umgebung verwachsen, also eine freie Oberfläche besitzen, sind sie aus zwei Blättern zusammengesetzt und zwar:

1. aus einem inneren, dem Cavum des Sackes zugewendeten Blatt, dem eigentlichen Grundgewebe mit dem Epithel, und
2. einem äußeren serösen Überzug mit der Endothelbekleidung der serösen Höhlen.

Beide Blätter sind äußerst dünn und verschmelzen so vollständig miteinander, daß sie auch mit Hilfe des Mikroskops nicht mehr als besondere Blätter wahrgenommen werden. Die Existenz eines serösen Überzuges kann bloß an Stellen festgestellt werden, wo die Serosa den Luftsack verläßt und sich auf ein benachbartes Organ überschlägt, wie dies z. B. an der Ventralfläche der Nieren geschieht. Die interzelluläre Kittsubstanz der Endothelien der Außenfläche lassen sich durch Ver-

silberung als zierliches Netzwerk darstellen, dessen Linien geschlängelt erscheinen. Stomata sind nicht selten. / (M. BAER *96a* und *b.*)

/ Epithel. Die Luftsäcke tragen nach VALENTIN und PURKINJE (Handwörterbuch von RUD. WAGNER) Flimmerepithel. / (EBERTH *63.*)

/ LEYDIG *57* findet, das Epithel sei nur stellenweise ein flimmerndes, so finde man beim Turmfalken in jenen den Lungenlöchern zunächst liegenden Partien der Luftsäcke Flimmerepithel, außerdem cilienlose Zellen. / (LEYDIG *57*, p. 376.)

/ Nach EBERTH ist dies richtig; Plattenepithel findet sich in größter Ausdehnung und vorzugsweise, nur an den zuletzt erwähnten Orten ist Flimmerepithel. / (EBERTH *63.*)

/ An der Innenseite besitzen die Luftsäcke ein einfaches Plattenepithel, dessen Zellen nur in der Nähe der Eingangsöffnung Flimmern tragen. / (F. E. SCHULZE *71.*)

/ Das Epithel der Luftsäcke der Vögel bildet eine kontinuierliche Schicht ohne Stomata oder interzelluläre Perforationen. (Taube und Möve.) Das die Luftsäcke dieser beiden Vögel auskleidende Epithel besitzt viel kleinere Zellen als das Peritonealepithel, und verhält sich ähnlich wie das Epithel im hinteren Abschnitt der Schlangenlunge. Dasselbe findet sich auch im Inneren der Knochen, besonders des Humerus. Die eigentliche Wand ist sehr dünn und besitzt einige Blutgefäße, in deren Niveau das Epithel stets deutlich ist. Die Zellen der Knochenhöhle sind jedoch etwas größer als die der Luftsäcke.

Unter dem Epithel der Luftsäcke beschreiben TOURNEUX und HERMANN noch eine zweite Lage von Epithelzellen, welche sowohl vom Peritonealepithel als vom Luftsackepithel durch Bindegewebe getrennt ist. (Gleicht DEBOVES Epithel.) / TOURNEUX und HERMANN *76*, p. 218 ff.)

TOURNEUX und HERMANNS Annahme einer zweiten Lage von Epithelzellen ließ sich später nicht bestätigen.

/ An anderer Stelle (p. 208 ff.) sagen TOURNEUX und HERMANN gelegentlich der Besprechung des Schwimmblasenepithels von den Luftsäcken der Vögel: Inmitten mehrerer größerer Zellen findet sich ein Haufen kleinerer Zellen, welche nur die Hälfte oder ein Drittel des Volumens der vorausgehenden erreichen, ein Verhalten, wie man es häufig bei Epithelien findet, welche in Berührung mit der Luft stehen. / (TOURNEUX und HERMANN *76*, p. 208 ff.)

/ Das Epithel der Luftsäcke wurde von RAINEY vermißt, es läßt sich jedoch durch Versilberung darstellen. Es besteht aus platten, flimmerlosen, polygonalen Zellen mit geradlinigen Konturen, oft pentagonal oder hexagonal, fast stets unregelmäßig. Das Epithel ist einschichtig. Das Epithel ähnelt dem Lungenepithel, es ist also nicht richtig, die Luftsäcke als bronchiale Bildungen (SCHULZE) anzusehen, vielmehr sind dieselben einer sehr einfachen Lunge homolog, wie sie der vesikuläre Teil der Schlangenlunge darstellt. / (FICALBI *84a.*)

/ Nach VALENTIN und PURKINJE tragen die Luftsäcke ein Flimmerepithel. Diese Angabe hat LEYDIG (siehe oben) dahin korrigiert, das Epithel sei nur stellenweise ein flimmerndes, und zwar in jenen den Luftlöchern der Lungen zunächst liegenden Partien, außerdem cilienlose Plattenzellen (EBERTH). STRICKER, EBERTH und andere beschreiben dasselbe als sehr zarte Plattenepithelien, deren Kerne häufig schwer nachweisbar sind. Diese Ansicht wird im allgemeinen auch in den neuesten Arbeiten vertreten.

Baer findet nach Versilberung zwischen großen (26—38 μ Durchmesser) Zellplatten mit homogenem oder höchstens feinkörnig getrübtem Zellinhalt Zellen scheinbar ganz anderer Natur (siehe **Taf. I, Fig. 4**). Selten einzeln, meist in Gruppen von 3—9 Stück zusammengelagert, stets aber im Vergleich zu den anderen Zellen in bedeutender Minderzahl vorhanden, fallen sie schon beim ersten Anblick durch ihre starke Braunfärbung, den granulierten Inhalt und einen deutlichen Kern auf.

Diese Zellen sind etwa nur die Hälfte, vielfach aber bloß ein Drittel so groß wie die übrigen Epithelzellen. Diese kleineren Zellen sind nach Baer bis jetzt in der Membran der eigentlichen Luftsäcke noch nicht nachgewiesen worden (siehe aber oben, p. 334, die Angaben von Tourneux und Hermann); hingegen fanden Wildermuth *77* und Ficalbi *84b* in der Epithelauskleidung des intrahumeralen Fortsatzes der axillaren Säcke unter den gewöhnlichen Plattenepithelien Zellen, die offenbar mit den von Baer beschriebenen identisch sind.

Baer nimmt einen genetischen Zusammenhang zwischen den großen Plattenepithelien und den kleineren, eiweißreichen, jugendlichen Zellen an. Letztere dürften als Wachstums- bez. Ergänzungszentren betrachtet werden und ihnen die Aufgabe zuzusprechen sein, durch ihre Vermehrung und nachheriges Flächenwachstum das nötige Material zur Vergrößerung der Oberfläche oder zum Ersatz verloren gegangener Zellen zu liefern. Dabei scheint es Baer nicht ausgeschlossen, sondern sehr wahrscheinlich, daß, wie Kölliker für das Alveolarepithel der Menschenlunge annimmt, die großen Platten durch Verschmelzung mehrerer kleiner Zellen entstehen. / (M. Baer *96a* und *b*.)

Stratum proprium: / Die Luftsäcke der Vögel sind im allgemeinen rein membranös. / (Lereboullet *38*.)

/ Da, wo Muskeln fehlen, enthält das Gewebe der Luftsäcke auch immer viele elastische Fasern. / (Eberth *63*.)

/ Die Luftsäcke der Vögel bestehen aus einer Membran zelliger Natur, in welcher Arterien und Venen verlaufen und welche an einigen Stellen eine fibröse elastische Hülle verstärkt. Die Zellmembran ist dünn und die Fortsetzung der Lungenschleimhaut, unterscheidet sich aber von letzterer durch ihre Gefäßarmut und die Gefäße stammen nicht von der Arteria und Vena pulmonalis, sondern alle arteriellen Gefäße der Luftsäcke stammen von der Aorta und alle Venen münden direkt oder indirekt in die Vena cava. Lymphgefäße konnte Sappey in der Wand der Luftsäcke nicht nachweisen. Die Cervicalsäcke besitzen einen rein elastischen Konstriktionsapparat, bei den Thorakalsäcken ist er zugleich elastisch und muskulös und bei den diaphragmatischen und abdominalen Säcken ist er rein muskulös. / (Sappey *47*, p. 38 f.)

/ Die Luftsäcke der Vögel bestehen wie die Lungen aus einer an elastischen Elementen überaus reichen Bindesubstanz. / (Leydig *57*. p. 376.)

/ Die Luftsäcke bestehen aus einer faserigen Bindegewebshaut, welche von zarten elastischen Fasern und weitmaschigen Gefäß- resp. Kapillarnetzen durchzogen ist. / (F. E. Schulze *71*.)

/ Die Luftsackwandung zeichnet sich durch Gefäßarmut aus und so verhält es sich auch im Knochen (p. 205). / (Strasser *77*.)

/ Die Bindegewebsschicht enthält zahlreiche elastische Fasern. In den die Knochen auskleidenden pneumatischen Räumen fehlen in der Bindegewebsschicht die elastischen Fasern. / (Ficalbi *84a*.)

/ Die Luftsäcke der Vögel bestehen aus fibrösem und fein elastischem Bindegewebe nebst weitmaschigen Kapillaren. / (GADOW in BRONN *unvoll.*, Bd. VI, Abt. IV, 1.)

/ Die Membrana propria der Luftsäcke besteht in der Hauptsache aus groben leicht gewellten Bindegewebsfibrillen von bedeutender Länge. Dieselben sind zu dichten, reichen Bündeln zusammengelagert, die sich in allen Richtungen durchkreuzen, wobei aber eine gewisse Regelmäßigkeit nicht zu verkennen ist. Vereinzelte elastische Elemente in Form sehr langer, spiralig gewundener Fasern konnten durch Kalilauge sichtbar gemacht werden.

Die Wandungen der Luftsäcke sind wenigstens in ihren Hauptabschnitten geradezu gefäßarm. Eine unmittelbare Kommunikation zwischen dem Gefäßsystem der Lungen und dem der Luftsäcke besteht nicht. / (M. BAER *96a* und *96b*.)

/ Im Baue der Luftsäcke besteht eine bindegewebige Grundlage mit reichen elastischen Netzen. / (GEGENBAUR *01*.)

Muskulatur: / LEREBOULLET konstatiert bei zahlreichen Vögeln deutliche Muskelfasern an verschiedenen Stellen der Luftsäcke. / (LEREBOULLET *38*.)

/ In den Luftsäcken, wo sie schon LEYDIG (Histologie) gesehen zu haben glaubt, findet auch EBERTH glatte Muskeln im allgemeinen sehr zahlreich, aber von sehr wechselnder Verbreitung. Die Hauptfundorte für dieselben sind die Ansatzstellen der Säcke und ihre Verbindungen mit den Bronchien (Taube, Falke, Huhn). Der über der Lunge gelegene Luftsack enthält gegen seinen Ansatz am Oesophagus sehr zahlreiche quere Muskelfasern, ja er besteht beim Huhn fast allein aus Muskeln, ebenso die ihm benachbarten Säcke. Spärlichere Muskelfasern findet man in dem dicht über der Niere liegenden Sacke, dagegen trifft man viele Muskelfasern in den über der Leber gelegenen Säcken, gegen den Oesophagus zu.

An der Verbindung der Luftsäcke mit den Bronchen beobachtet man zahlreiche ringförmige, schräge und radiär geordnete Muskelfasern. Sehr häufig gehen die Muskeln in elastische Sehnen über. / (EBERTH *63*.)

/ Schon LEYDIG glaubt in den Luftsäcken glatte Muskeln erkannt zu haben. / (LEYDIG *57*, p. 376.)

/ BAER tritt energisch gegen das von älteren Autoren angenommene Vorhandensein von Muskulatur in der Wand der Luftsäcke ein. BAER hat in der Membrana propria niemals Einlagerungen von Muskulatur wahrgenommen. An den Verbindungsstellen der Luftsäcke mit den Bronchien sind es Fasern der sog. PERRAULTschen Lungenmuskeln, welche auf den Anfangsteil der Luftsäcke sich fortsetzen.

In der medialen Wand der diaphragmatischen Säcke — aber auch nur dieser — vorkommende glatte Muskelzellen sind nicht dem Grundgewebe der Luftsäcke zuzuzählen, sondern den abdominalen Diaphragmen.

Bedeutung der Luftsäcke der Vögel. BAER gibt eine historische Übersicht, betreffend die bisher in der Literatur vorliegenden Hypothesen und Theorien über die physiologische Bedeutung der Luftsäcke der Vögel.

HARVEY schreibt den Luftsäcken (1651) die Aufgabe zu, die Ventilation der Lungen zu unterstützen.

PERRAULT stellte 1666 die Atmungstheorie auf, nach welcher zwischen den vorderen und hinteren Luftsäcken in den verschiedenen Phasen der Atmung ein Antagonismus bestände. M. BAER widerlegt diese Ansicht als unzutreffend.

Die Lehre von JACQUEMIN von einer extrapulmonalen Blutregeneration in den Luftsäcken ist neuerdings vollständig verlassen, obwohl CUVIER, MECKEL, OWEN und MILNE-EDWARDS für dieselbe eingetreten waren.

Nach PAGENSTECHER *78* wird durch die Vermittlung der Luftsäcke Kohlensäure und Wasserdampf aus den peripheren Teilen abgeführt und denselben Sauerstoff zugeführt.

SAPPEY *47* widerlegt 1847 in einer anatomischen und physiologischen gründlichen Bearbeitung die bis dahin gültige Lehre, daß die Luftsäcke der Hämatose dienen und beschäftigt sich dann eingehend mit dem Mechanismus der Atmung. Seine Arbeit ist für die Folge grundlegend geworden. Endlich fügt noch STRASSER den von SAPPEY und CAMPANA bezüglich der Bedeutung des pneumatischen Apparates aufgestellten Gesichtspunkten eine Reihe weiterer Momente hinzu (vergl. darüber die Arbeit von M. BAER). / (M. BAER *96a* und *96b*.)

/ Die Bedeutung der Luftsäcke liegt hauptsächlich darin, daß sie das Gleichgewicht des Vogels während des Fluges sichern, nebenbei dienen sie dazu, das Gewicht seines Körpers zu vermindern.

SAPPEY findet, daß die Luftreservoire, unnützlich für die Atmung, der Sicherung des Gleichgewichts des Vogels während des Fluges dienen und dazu, sein spezifisches Gewicht zu vermindern. Die in ihnen enthaltene Luft verdünnt sich während der Einatmung und verdichtet sich während der Ausatmung. / (SAPPEY *46*.)

/ Die Luftsäcke dienen nicht der Hämatose, weil ihre Struktur eine total verschiedene von der der Lungenschleimhaut ist, welche reich vaskularisiert ist, was bei den Luftsäcken nicht der Fall ist, und weil die Gefäße der Luftsäcke keine Beziehungen zu den Lungengefäßen, sondern zu den Körpergefäßen haben. Die Luftsäcke haben nur mechanische Bedeutung. / (SAPPEY *47*, p. 48 f.)

/ Die Luftsäcke der Vögel können nicht direkt als Atmungsorgane angesehen werden. Es ist kein Mechanismus bekannt, durch welchen die Luft aus den Knochen getrieben werden könnte, um frischer Luft Platz zu machen. Es ist offenbar, daß diese Zellen nur der Leichtigkeit des Skeletts halber gebildet sind. / (BERGMANN und LEUCKART *52*, p. 233.)

Über die Bedeutung der Luftsäcke vergleiche besonders STRASSER *77*, p. 201 ff.

/ Die Luftsäcke sind nicht, wie SAPPEY glaubte, seröser Natur, sie sind nach Bau und embryologischem Ursprung große Erweiterungen der Atemschleimhaut und haben eine absolute Homologie mit dem vesikulären Teil der Schlangenlunge. / (FICALBI *84a*.)

/ FICALBI sieht die Luftsäcke nicht als aërostatische Apparate an (welche es dem Vogel erleichtern sollten, sich in die Lüfte zu erheben), sondern mit HUNTER als Reservebehälter von respiratorischer Luft, die entweder dazu dienen kann, langgezogene Töne hervorzubringen, oder die während des Fluges in die Lungen eingetrieben wird, wenn die Muskeln des Tieres schon in verschiedener Weise so in Anspruch genommen sind, daß Inspirationsbewegungen des Thorax nicht ohne Schwierigkeiten ausgeführt werden können. / (FICALBI *84b*, nach dem Ref. von SOLGER im Biol. Centralbl., Bd. V, p. 468 f. 1885.)

/ Hinsichtlich der Bedeutung der Luftsäcke kommt ROCHÉ zum Resultat, daß es ziemlich sicher erscheint, daß die Luft der Luftsäcke (auch die subkutanen Lufträume) für die Flugfähigkeit der Vögel von

einer Bedeutung sind, welche sich zwar nicht bestimmen läßt, welche aber nichtsdestoweniger besteht. / (ROCHÉ *91.*)

/ Die Luftsäcke der Vögel müssen allgemein als gefäßarm bezeichnet werden. Die wenigen ihrer Ernährung dienenden Gefäße gehören dem Körperkreislauf an; die Arterien nehmen aus dem Aortensystem ihren Ursprung, die Venen entleeren sich direkt oder indirekt in die Hohlvenen. Kapillarnetze fehlen vollständig. Die Luftsäcke können somit nicht als Vergrößerung der eigentlichen Atemfläche betrachtet werden. Hingegen sind es andere Organisationsverhältnisse, welche die Vögel in den Stand setzen, ihr bei der Flugarbeit außerordentlich gesteigertes Sauerstoffbedürfnis auch in wenig dichten, sauerstoffarmen Luftregionen zu befriedigen, in denen kein anderer Warmblüter auszudauern vermag. Lungen und Luftsäcke haben sich in das Atemgeschäft geteilt, und durch diese Arbeitsteilung wurde ein Apparat geschaffen, der auch den höchsten Ansprüchen gewachsen ist. Die Lungen, welche fast ausschließlich den chemischen Vorgängen, dem Gaswechsel zwischen Blut und Umgebungsmedium dienen, sind, wenn äußerlich auch von verhältnismäßig geringem Volumen, mit einem Reichtum an Kapillargefäßen ausgestattet, der von demjenigen der leistungsfähigsten Säuger auch nicht annähernd erreicht wird — Konzentration des respirierenden Parenchyms. Diese Kapillaren sind zudem vollständig nackt und derart angeordnet, daß der größte Teil ihrer Oberfläche mit der Luft in Berührung kommt. In diesem Sinne könnte man allerdings von einer Vergrößerung der Atemfläche sprechen.

Aufgabe aber der mächtig entwickelten Luftsäcke ist es, beständig große Mengen Luft an dem mit großer Geschwindigkeit kreisenden Lungenblute vorbeizujagen und zwar einer Luft von stets gleicher Zusammensetzung. Die vom Blute ausgeschiedene Kohlensäure wird unverzüglich aus den Lungen hinausgefegt und gleichzeitig dem Blute reichliche Gelegenheit geboten, Sauerstoff aufzunehmen.

Der Gasaustausch zwischen Blut und Atemluft vollzieht sich bei den Vögeln zwar in einem räumlich eingeschränkten Organe, aber mit außerordentlicher Geschwindigkeit und Intensität. ' Hierzu kommt die höchst zweckmäßige Verwertung der lokomotorischen Muskelarbeit und der Lokomotion selbst für die Lufterneuerung.

Bemerkt sei noch, daß sämtliche Wandervögel bei ihrer Reise beträchtliche Höhen einhalten; so ist selbst für die niedrig ziehenden Brachvögel eine Höhe von 3—5000 m festgestellt worden; es wird aber als sehr wahrscheinlich angenommen, daß manche Zugvögel in der staunenerregenden Höhe von 10000 bis 12000 m ziehen (nach GÄTKE).

Schon MILNE-EDWARDS *57* und LOMBARD 1868 wiesen darauf hin — und ihre Auffassung ist jetzt allgemein zur Geltung gelangt —, daß bei den Säugern die Luft bereits auf dem Wege zu den Alveolen vorgewärmt und mit Wasserdampf erfüllt wird. Es ist aber durchaus kein Grund vorhanden anzunehmen, daß bei den Vögeln die Sättigung der Atemluft mit Wasserdampf nicht ebenfalls in den Luftwegen und Lungen geschieht. Nichtsdestoweniger müssen mit Rücksicht auf die Abwesenheit von Schweißdrüsen die Luftsäcke bei der Wasserverdunstung und Wärmeregulation insofern eine wichtige Rolle spielen, als eben durch ihre Vermittlung verhältnismäßig viel größere Luftmengen den Atemapparat passieren als bei den Säugetieren. / (M. BAER *96a* und *b.*)

/ Zugegeben, daß die Luftsäcke, namentlich bei den Vögeln, die Atmungstätigkeit einigermaßen unterstützen, so wird ihr Hauptzweck doch ein mechanischer, das spezifische Gewicht des ganzen Tieres herabsetzen-

der, das spezifische Gewicht und die Größe seiner Teile sowie die Lage des Schwerpunktes regulierender sein.

Die Luftsäcke selbst können aber nicht Atmungsorgane sein, einerseits weil an ihnen gar keine Einrichtungen zur Vergrößerung der Oberfläche (Falten, Waben oder dergleichen) angetroffen werden; und andererseits weil (bei den Vögeln) die Haut, welche sie begrenzt, im allgemeinen arm an Blutgefäßen ist (DROSIER u. a.) Nur an der Innenfläche lufthohler Knochen werden reichere Kapillaren angetroffen und hier ist auch Kohlensäureausscheidung experimentell nachgewiesen worden (BAER). Die von SAPPEY angenommene Luftströmung von Luftsack zu Luftsack besteht nicht, sondern nur eine zwischen dem Munde und den Luftsäcken hin- und hergehende.

Obwohl nun die Luftsäcke durch weite offene Röhren direkt mit den Bronchien kommunizieren, so soll dennoch ein großer Teil der zwischen dem Munde und den Luftsäcken hin- und herströmenden Luft, namentlich bei der Exspiration, die feinen Kanäle der Lunge passieren und die Luft in den Lungenalveolen stetig erneuern (BAER). Nach v. LENDENFELD wird dagegen die allermeiste Luft, die zwischen der Außenwelt und den Luftsäcken hin- und hergeht, den Weg durch die weiten Röhren nehmen und nur ganz unbedeutende Luftstromschlingen werden das Lungenparenchym passieren./ (v. LENDENFELD *96*.)

/LENDENFELD begrüßt es mit Genugtuung, daß BAER jetzt (Biol. Centralbl. 1897, Bd. XVII, No. 7) geneigt ist, den Luftsäcken neben der respiratorischen auch eine bedeutendere, mechanisch-motorische Funktion zuzuweisen, und gibt auch gerne zu, daß ihr Einfluß auf die Verschiebung des Schwerpunktes nicht besonders wirkungsvoll sein mag. Jedoch ist der Einfluß des Füllungsgrades der Luftsäcke auf das spezifische Gewicht des Körpers und damit auch auf die Flugtätigkeit weit größer als BAER zugibt: ein Pelikan mit zusammengezogenen Luftsäcken dürfte wohl ein doppelt so großes spezifisches Gewicht haben wie ein Pelikan mit aufgeblähten Luftsäcken./ (v. LENDENFELD *97*.)

/Das wesentlich Unterscheidende im Bau der Säugetier- und Vogellunge liegt (wie GROBER *99* hervorhebt) vor allem darin, daß diese nicht wie jene, elastische, frei im Thoraxraum aufgehängte, ausdehnbare Säcke darstellen, auf deren Innenwand sich die Gefäße verzweigen, sondern aus einem schwammigen, fast völlig fixierten und jedenfalls nur wenig ausdehnbaren Stroma bestehen, in welchem sowohl die luftführenden Kanäle, wie auch die Blutgefäße sich verästeln. Es kann nicht unter allen Umständen im Sinne von M. BAER „Aufgabe der mächtig entwickelten Luftsäcke“ sein, „beständig große Mengen Luft an dem mit großer Geschwindigkeit kreisenden Lungenblut vorbeizujagen“ (wenigstens nicht beim ruhenden Vogel). Ferner kann in der abwechselnden Vergrößerung und Verkleinerung der Luftsäcke bei der Atmung auch wohl nicht das wesentliche Moment für die „Selbststeuerung“ durch Vermittlung des N. vagus erblickt werden.

GROBER hält die von früheren Autoren, wiewohl in etwas anderem Sinne geäußerte Ansicht, für kaum einem Zweifel unterworfen, daß auch bei der Exspiration die großen intrapulmonalen Luftwege verhältnismäßig O-reicher Luft durchströmt werden und demnach beide Phasen der Atmung der Arterialisation des Lungenblutes in fast gleichem Grade dienen. Die Bedingungen für die Ventilation des Lungengewebes sind im Vogelorganismus die denkbar günstigsten. Die Blutkapillaren der Lunge werden bei dem großen Volumen der Luftsäcke sowohl bei der

Einatmung als bei der Ausatmung fast allseitig von großen Mengen O-reicher Luft umspült und der Gasaustausch zwischen dem rasch zirkulierenden Blut und der Luft vollzieht sich kontinuierlich und mit stets gleicher Energie (BAER). GROBER stimmt schließlich den Folgerungen BAERS bei, daß „die Luftsäcke Luftbehälter für den Flug sind. Sie setzen den fliegenden Vogel in den Stand, sein Atembedürfnis in reichlichem Maße zu befriedigen, ohne besondere Atembewegungen auszuführen, er atmet aus Luftvorrat, befindet sich also dauernd im Zustande der Apnoë". / (GROBER *99.*)

/ Nach v. MADARÁSZ ist die Hypothese, daß die Pneumatizität des Vogelkörpers zur Erleichterung des Fluges dient, ein vollständig überwundener Standpunkt. Nach den neueren Untersuchungen hat die Pneumatizität eine ganz andere physiologische Bestimmung. Die Luftsäcke dienen nämlich teils unmittelbar der wenig zusammenziehbaren und ausdehnungsfähigen Lunge als Luftreservoire, teils aber zur Regulierung der Ausatmung feuchter Dünste, weil bei den Vögeln bekanntlich das Ausschwitzen durch die Haut nicht stattfindet. Diese als Resultat der neueren Untersuchungen bezeichneten physiologischen Äußerungen beziehen sich hauptsächlich auf das Pulmosystem der Pneumatizität, wogegen die Äußerungen des Nasopharyngealsystem der Pneumatizität mit den Geschlechtsorganen in Verbindung gebracht werden. Nach v. MADARÁSZ sind das Pneumatizitätssystem der Vögel und die Schwimmblase der Fische einander vollständig homolog und sogar analog. Die Rolle, welche die Schwimmblase der Fische in dem Falle spielt, wenn der Fisch die Tiefe des Wassers aufzusuchen trachtet, ist in übertragenem Sinne analog mit der Pneumatizität des Vogels dann, wenn derselbe die Pneumatizität zur Herausfühlung des Luftdruckes als Aneroid benützt. / (v. MADARÁSZ *99.*)

Entwicklung der Luftsäcke der Vögel. / H. RATHKE (Über die Entwicklung der Atemwerkzeuge bei den Vögeln und Säugetieren. Nov. Act. Phys. Med. Caes. Leop. Car. T. XIV Bonn 1828, p. 159—216, Taf. 17 und 18) zeigte zuerst, wie die Luftsäcke der Vögel durch Erweiterungen der Bronchien und durch Hineinwachsen derselben in die Leibeshöhle entstehen. / (SELENKA *66.*)

/ Am eben ausgeschlüpften Hühnchen dringt die Luftsackmembran schon in der Spalte zwischen den beiden Coracobrachialmuskeln hinaus gegen den M. pectoralis; eine Woche später fand STRASSER unter diesem Muskel schon eine deutliche kleine Ampulle. Die Ausdehnung der Luftsäcke erfolgt durch „Wachstumsaspiration", ferner durch „Elimination von Gewebsbestandteilen", endlich durch „Bewegungseinflüsse" (p. 185). / (STRASSER *77.*)

Ergebnisse neuerer Untersuchungen der Entwicklung der Luftsäcke durch ZUMSTEIN siehe oben p. 192.

/ Zuletzt hat noch BERTELLI die Entwicklung der Luftsäcke bei Gallus domesticus untersucht, sowie deren Beziehungen zum Diaphragma und der Pleuroperitonealhöhle geprüft und verspricht weitere Mitteilung. Die Sacci aëriferi intermedii werden demzufolge außen vom Peritonealepithel überkleidet, welches sie vom Abdomen trennt. Die Cervikalsäcke und Interklavikularsäcke nehmen Räume ein, welche nach außen von der Pleurahöhle und vom Abdomen liegen. / (BERTELLI *04.*)

Lufträume in Knochen und unter der Haut.

Pneumatische Knochenhöhlen der Vögel: / PETER CAMPER machte 1771 die Entdeckung, daß die Knochen der Vögel hohl sind und daß diese Knochenhöhlen mit den Luftsäcken und den Lungen kommunizieren.

Dieselbe Entdeckung machte unabhängig von CAMPER 3 Jahre später HUNTER. CAMPER war der Ansicht, die Knochenpneumatizität bezwecke allein eine Verminderung des spezifischen Gewichtes, während HUNTER die Ansicht vertrat, die Hohlräume der Knochen dienten dem Vogel als Reservoire während des Fluggeschäftes. / (M. BAER *96a* und *b.*)

/ MERREM beschreibt die Luftsäcke und ihre Verbindung mit den Lungen und hohlen Knochen bei den Vögeln makroskopisch. / (MERREM *1783.*)

/JACQUEMIN untersucht die Luftsäcke und die lufthaltigen Knochen der Vögel. „Sämtliche Knochen gut fliegender Vögel, welche ein gewisses Alter erreicht und in der Freiheit gelebt haben, sind ohne Mark und mit Luft gefüllt". (Bei Spheniscus demersa enthält merkwürdigerweise kein einziger Knochen des Skeletts Luft.) / (JACQUEMIN *35.*)

/ SAPPEY findet, daß die Gegenwart von Luft in den Knochen zur Wirkung hat, ihren Durchmesser und ihre Widerstandskraft zu vermehren, ohne ihr Gewicht zu vergrößern. Er findet ferner, daß dasselbe Fluidum direkt in die Federn dringt durch eine elliptische Öffnung an ihrer Innenseite und in diesen Organen demselben Zweck dient wie in den knöchernen Hebeln. / (SAPPEY *46.*)

/ In den pneumatischen Knochenräumen finden sich zwei Arten von Epithelzellen, große, gewöhnlich kernhaltige Zellen, und kleine, mit dunkler tingierbarem Protoplasma und gleichfalls einem Kern.

Die Säcke sind als Ausstülpungen der Lungen entstanden, sie sind also entodermaler Natur. (ROBIN und CADIAT [vergl. das Résumé von CADIAT in seiner Arbeit: Du développement des fentes et des arcs branchiaux chez l'embryon. Journ. de l'anat. et de la physiol. Année 1883] betrachten den Bronchopulmonarapparat als ektodermal entstanden.)

Die Blutgefäße gehören alle dem großen Kreislauf an. Die pneumatischen Knochenhöhlen sind viel reicher an Gefäßen als die Luftsäcke; sie bilden in ersteren Kapillarmaschen mit viel engeren Maschen, und bei der geringen Dicke der Wand kann man sagen, daß sie unmittelbar unter dem Epithel verlaufen. Es besteht kein Hindernis, in den pneumatischen Knochenhöhlen einen respiratorischen Gasaustausch anzunehmen. Nerven der Luftsäcke sind sehr selten und Lymphgefäße hat FICALBI nicht gefunden. / (FICALBI *84a.*)

/ In den von Knochen umschlossenen Ausstülpungen der Luftsäcke verhält sich das Epithel abweichend von der Auskleidung des Hauptabschnittes derselben, indem hier zwischen größeren polygonalen Elementen hie und da kleinere Zellen sich einschalten, die nach Behandlung mit Argentum nitricum dunkler erscheinen. / (FICALBI *84b*, nach dem Ref. von SOLGER im Biol. Centralbl., Bd. V, p. 468f. 1885.)

Über Pneumatizität der Vogelknochen siehe besonders auch das große Werk von M. FÜRBRINGER *88.*

/ Im Gegensatz zu den Hauptabschnitten der Luftsäcke fanden sich in der auskleidenden Membran der pneumatischen Knochenhöhlen regelmäßig ziemlich dichtmaschige Netze wirklicher Kapillaren, welche bereits WILDERMUTH im Humerus der Taube und des Huhnes nachgewiesen hat. / (M. BAER *96a* und *b.*)

/ Daß die Pneumatizität der Knochen „zur Erleichterung des Skeletts diene, und somit eine wesentliche Bedingung des Vogelfluges sei, läßt sich nach den neuesten Untersuchungen nicht mehr behaupten. Denn man kennt ausgezeichnete Flieger, welche, wie die Sterna, keine, oder wie die Möven, fast gar keine lufthaltigen Knochen haben. Andererseits

mag ihr Vorhandensein bei größeren Vögeln zur Verminderung des Gesamtgewichtes beitragen und damit bei den Fliegern die Flugarbeit erleichtern und bei den Schwimmvögeln zur Herabsetzung des spezifischen Gewichts noch von besonderer Bedeutung sein." / (P. SCHULTZ *96*.)

Subkutane Lufträume der Vögel: / Daß die Luft in die subkutanen Bindegewebslakunen eindringt, wurde zuerst von MÉRY gezeigt und von OWEN und ALPHONSE MILNE-EDWARDS bestätigt. ROCHÉ konstatiert das subkutane Eindringen von Luft bei zahlreichen Vögeln (Pelikan, Marabut, Calao, Tukan, Möve, Storch, Reiher, Flamingo.) / (ROCHÉ *90b*.)

/ MILNE-EDWARDS zeigte 1865, daß sich bei manchen Vögeln die Luft, nachdem sie die gewöhnlichen Luftbehälter durchdrungen hat, zwischen den Muskeln und der Haut verbreitet. / (A. MILNE-EDWARDS *84*.)

Über subkutane Pneumatisation der Vögel vergl. besonders M. BAER *96a*, p. 443ff.

Struthiomorphi.

Syrinx der Struthionidae. / Beim Kasuar (Casuarius galeatus) stellt das Stimmband einfach eine Ausfüllung des Raumes dar, der durch das Vorspringen des zweiten Bronchialhalbringes entstanden ist. Die bindegewebigen Weichteile sind an dieser Stelle stark verdickt, so daß sich das Epithel ohne Flächenabweichung durch die Trachea über die ausspringende Stelle der Bronchien in diese hinein fortsetzt. Die Bindegewebsfasern verlaufen größtenteils in der Längsachse der Trachea und führen zahlreiche Blutgefäße. Dieselben verzweigen sich unter dem Epithel so stark, daß man hier fast an die Möglichkeit eines Gasaustausches denken könnte. Die Fähigkeit zu schwingen kommt diesem rudimentären Stimmbande nicht zu.

Struthio camelus. Ein fester Steg fehlt. Das etwas stärker als beim Kasuar entwickelte, aber gleichfalls nicht funktionierende Stimmband besteht aus zwei Lagen, die aus stark gewuchertem Bindegewebe bestehen, welches von einer Schicht Bindegewebsfasern, die anscheinend mit elastischen gemischt sind und vom dritten Trachealring zum dritten Bronchialring verlaufen, durchsetzt, und so in eine innere und äußere Lage geschieden ist. Blutgefäße treten in diesem Stimmband noch zahlreicher als beim Kasuar auf.

Im Gegensatz zum Kasuar und Struthio camelus besitzt der Nandu einen festen knorpeligen Steg. / (WUNDERLICH *86*.)

/ Die Atmungsorgane von Kasuar, Rhea und Strauß beschreibt A. F. J. C. MAYER *39*, p. 25f. Beim Kasuar finden sich an den Öffnungen, welche von der Lunge in die Luftsäcke führen, in der Pleura deutliche „Zirkelfasern". In den Bronchi kommen, im Gegensatz zur Trachea, die Knorpelringe nach hinten nicht völlig zusammen, sondern werden durch eine Pars membranacea ergänzt, welche etwa den sechsten Teil des ganzen Umfanges des Bronchus beträgt. Die Haut der häutigen Bronchien besteht aus starken Muskelfasern, besonders Zirkelfasern, aber auch Längsfasern, von welch letzteren ein starkes Bündel zum Luftloch geht. Ähnlich werden Rhea und Strauß beschrieben. / (A. F. J. C. MAYER *39*, p. 35f.)

/ BEDDARD beschreibt die Luftsäcke von Casuarius uniappendiculatus eingehend makroskopisch. GARROD hat die Struthionidae in drei Gruppen geteilt: 1. Apteryx, 2. Casuarius und Dromaeus. 3. Struthio und Rhea. BEDDARD kommt nach dem Verhalten der Luftsäcke gleichfalls zu dem Resultat, daß Casuarius und Rhea voneinander getrennt

werden müssen. Bei Dromaeus sind die Luftsäcke denen von Casuarius nicht ähnlich, aber sie stimmen mit denen von Rhea in der Ausdehnung des hinteren Luftsackes in der Bauchhöhle überein. / (BEDDARD *86a.*)

Natatores.

Anas boschas Linn., Trachea. / Das Epithel zeigt eine ähnliche Anordnung wie bei der Wachtel (siehe unten). Die elastischen Fasern sind gut entwickelt. / (LIVINI *96.*)

Syrinx der Anatidae. / Bei der Brandente erwiesen sich die beiden Ausbuchtungen des Syrinx als vollkommen knöchern, und zwar stehen die Knochenkörperchen alle parallel der äußeren Begrenzungsfläche. Die Ringe der Trachea sind in ihrem Körper ebenfalls knöchern und führen zahlreiche Mark- und Bluträume. In den oberen und unteren Rändern aber, mit denen sie übereinandergreifen, lagern zahlreiche nicht resorbierte Knorpelzellen. Die Bronchialringe sind massiv knorpelig und nur von einem dünnen Knochenmantel umhüllt. / (WUNDERLICH *86.*)

/ LEYDIG fand anscheinend an allen Orten im Syrinx der Ente Flimmerzellen, allein zwischen ihnen zusammenhängende exquisite Plattenzellen, deren Standort festzustellen ihm jedoch nicht gelang. EBERTH findet bei der Ente die Schleimhaut der Trommel von Flimmerepithel überkleidet, zwischen denen kleinere Gruppen von nicht flimmernden Zylindern stehen. Die Schleimhaut des Bügels flimmert zum größten Teil, an einzelnen Stellen erhebt sie sich in kleine Fältchen, zwischen denen mehr den Plattenzellen nahekommende flimmerlose Zellen stehen. Die Membrana tympaniformis verhält sich ebenso, bald überwiegt Flimmer-, bald Plattenepithel. Auch im Beginn der Bronchen sind noch da und dort die Flimmerzellen von nicht flimmernden unterbrochen.

Die Anordnung der Flimmerzellen in den Luftsäcken ist folgende: Entweder erscheinen sie in der Form ganz isolierter, kleinerer und größerer unregelmäßig gestalteter Flimmerinseln, wie z. B. in der unteren seitlichen Abdominalzelle, oder als dicht nebeneinander verlaufende, vielfach geteilte Flimmerstreifen, die sich von dem Bronchus aus auf den Luftsack fortsetzen, wie dies in ausgezeichneter Weise in dem über der Niere gelegenen Luftsack zu sehen ist. Hier erkennt man schon mit freiem Auge die flimmernden Stellen als einen einige Millimeter breiten weißlichen Streifen. Die beiden letzterwähnten Säcke sind noch am reichsten mit Flimmerepithel versehen. / (EBERTH *63.*)

/ CAZIN beschreibt die Luftsäcke von Ossifraga gigantea makroskopisch eingehend. / (CAZIN *85*, p. 22 f.)

Syrinx der Pelecanidae. / Bei Pelecanus crispus ist die Trachea aus weichen knorpeligen Ringen zusammengesetzt.

Syrinx der Colymbidae. Bei Colymbus glacialis und Podiceps minor findet sich eine Trommel. Die Trachealringe sind knöchern, die Bronchialhalbringe dagegen knorpelig.

Syrinx der Spheniscidae. Bei Spheniscus Humboldtii ist der ganze Steg, ebenso wie die Trachea und die Bronchien, durchweg knorpelig. Die Skelettstücke werden nur von hyalinem Knorpel gebildet. In der Mitte sieht man große Nester mit runden oder ovalen Zellen. Nach der Peripherie zu werden die Zellen flacher. Die Knorpel sind von Bindegewebsfasern umgeben, welche sich besonders zwischen den nebeneinanderliegenden Rändern zu stärkeren Bündeln vereinigen und jene verbinden. Zahlreiche Blutgefäße ernähren dieselben. Darauf folgt

nach außen die Epithelialbekleidung der Bronchien. Diese ist mehrschichtig, die äußerste Zellenlage ist zylinderförmig und trägt Flimmerhaare. Auch finden sich im Epithel vereinzelte einfache Drüsen, die durch Einstülpung derselben entstanden sind./ (WUNDERLICH *86.*)

Grallatores.

Über die Atmungsorgane der Grallatores liegen zahlreiche makroskopische Angaben vor, von denen ich folgende erwähne. Es beschreiben: WOOD-MASON *78* die Trachea von Rhynchaea capensis (the Indian Painted Snipe); GARROD *76* die Atmungsorgane von Chauna derbiana; BEDDARD *86c* die Luftsäcke von Chauna chavaria; BEDDARD *86d* die gewundene Trachea (Abbildung) vom Curassow (Nothocorax urumutum); BEDDARD *86d* den Syrinx einiger Störche (Xenorhynchus und Abdimia); und BEDDARD *88* den Syrinx von Balaeniceps rex.

Syrinx der Rallidae: /Bei Crex pratensis sind die Ringe der Trommel wie die darüber gelegenen, hohle Knochen, die vielfach von Knochenbalken durchsetzt sind. Nur in den Rändern der übereinandergreifenden Ringe finden sich Knorpelzellen. Ebenso verhält sich der erste Bronchialhalbring. Die übrigen Halbringe sind massiv knorpelig mit einer dünnen Auflagerung von Knochensubstanz. Das Epithel der Trachea führt viele Drüsen, aber anscheinend keine Flimmerhaare, wie solche bei Fulica vorkommen.

Fulica atra hat ebenfalls knöcherne, mit embryonalen Markzellen gefüllte Trachealringe. Das Epithel der Trachea führt dicht gedrängt becherförmige Drüsen und trägt Flimmerhaare.

Syrinx der Scolopacidae: Bei Limosa melanura (erwachsenes Exemplar) ist das Gewebe aller Ringe stark verkalkter Netzknorpel. Die Bronchialhalbringe besitzen einen knöchernen Mantel, ebenso die Trachealringe. Beim ersten Bronchialhalbring ist der Knorpelkern vollständig verschwunden. Der Halbring besteht aus einer Knochenhülle, die von stark verfettetem Mark erfüllt ist, ebenso die vier untersten Trachealringe. Das Labium ist aus Bindegewebsfasern gebildet. Am dichtesten liegen diese zwischen den beiden Halbringen und dicht unter dem Epithel. Einen Vorsprung des untersten Trachealringes verbinden elastische Fasern mit dem zweiten Bronchialring; auf dem Labium endet das Flimmerepithel, welches die Trachea auskleidet.

Bei Galinago scolopacina (Bekassine) bestehen die fünf untersten, fast gänzlich untereinander verschmolzenen Trachealringe aus einem hohlen dünnwandigen Knochenring, der mit fast vollständig verfettetem Mark gefüllt ist. Der Steg ist bindegewebig, doch lagern in einer Verdickung desselben embryonale Knorpelzellen ohne irgendwelche Interzellularsubstanz. Das Epithel hat viele becherförmige Drüsen. Dieselben liegen in der Trachea gedrängt aneinander, während sie in den Bronchien vereinzelter auftreten. Stimmbänder treten auffallenderweise bei der Bekassine zwei auf; ein oberes, welches noch im Raum der Trommel, und ein unteres, welches im Bronchus liegt. Das obere besteht aus netzförmiger Bindesubstanz und führt viel Fett. Das Drüsenepithel setzt sich über das obere Stimmband fort, während das untere, mächtigere, ein glattes Epithel hat, welches höchstens einige Falten zeigt und von Bindegewebsfasern ohne bestimmte Anordnung gebildet wird.

Syrinx der Ibidae: Bei Platalea leucorodia, deren Trachea zweimal gebogen ist, fehlt ein fester Steg.

Syrinx der Ciconiidae: Ist uns eine von den übrigen Tracheal- und Bronchialringen morphologisch abweichende Bildung der Ringe in der Nähe ein genügendes Kriterium, so sind wir wohl berechtigt, auch dem einer wahren Stimme ermangelnden Storch (Ciconia alba) einen unteren Kehlkopf zuzusprechen. / (WUNDERLICH *86*.)

Gallinacei.

Larynx vom Huhn (Gallus domesticus). In Fig. 149—153 bringe ich fünf Schnitte aus einer Querschnittserie durch den oberen Kehlkopf vom Huhn zur Wiedergabe. Dieselben zeigen, wie sich das Lumen dieses rudimentären Larynx wesentlich den dasselbe umgebenden Knorpel- resp. Knochenstücken anpaßt und wie letztere anfangs zur Seite des Aditus laryngis liegen, um sich hernach in der Serie zum Rohre zu schließen. Das Auftreten des den Larynx auskleidenden flimmernden Zylinderepithels ist in den Figuren durch die eingezeichneten Drüsen *Dr''* gekennzeichnet, welch letztere kurze Schläuche darstellen und sich in ihrer Gestalt wesentlich von den größeren, kugeligen, tiefer gelegenen und mit abgesetzten Ausführgängen versehenen Drüsen des Mundhöhlenbodens *Dr'* unterscheiden. Reichlich vorhanden ist in der Schleimhaut Lymphgewebe, meist in mehr oder weniger deutlichen Knötchen *N* angehäuft. Eine besonders reiche, geradezu eine Leiste bildende derartige Anhäufung findet sich in dem von mir untersuchten Präparat an der Stelle, welche (in Fig. 152) am Boden des Kehlkopfes in der Mittellinie liegt. Dieselbe scheint geeignet, als Lückenbüßer den etwa freibleibenden Raum auszufüllen, wenn bei der Schluckbewegung im oberen Teil des Kehlkopfes die dorsale Kehlkopfwand gegen die ventrale Kehlkopfwand angedrückt wird.

Eine weitere Abbildung (Fig. 154) zeigt das Verhalten der Schleimhaut des Larynx, wie sich dasselbe dann auch in die Trachea fortsetzt, bei stärkerer Vergrößerung. Das flimmernde Zylinderepithel *Fl.E* senkt sich über den Drüsen *Dr*, welche aus hohen hellen Zellen mit platten basalliegenden Kernen bestehen, Grübchen bildend ein. Ein Nodulus *N* ist im Schnitt getroffen.

Gallus domesticus Briss. Trachea. / Das flimmernde Zylinderepithel zeigt ziemlich tiefe Einbuchtungen, welche in regelmäßigen Entfernungen voneinanderliegen, durch die ganze Länge der Trachea. Über den Knorpeln sind dieselben niedriger. In den Cristae finden sich lymphoide Elemente. Die Epithelzellen der Cristae sind gewöhnliche flimmernde Zylinderzellen, einschichtig, mit rundem oder ellipsoidem Kern, der in der Mitte der Zelle liegt. Die Zellen der Krypten sind weniger hoch, an der Basis breiter, als an der freien Oberfläche, ihr Protoplasma ist granuliert und ihr runder Kern liegt nahe der Basis. Die Zellen der Krypten enthalten Schleim. Das Bindegewebe zeigt reichlich elastische Fasern, welche nahe dem Epithel ein sehr dichtes Netz bilden und hier vorwiegend längs verlaufen; mehr nach außen sind sie spärlicher, bald isoliert, bald in Bündeln, ringförmig oder schräg verlaufend. Nirgends fanden sich glatte Muskelfasern. / (LIVINI *96*.)

Syrinx der Phasianidae: / Beim Haushuhn ergab mikroskopische Untersuchung, daß das, was CUVIER als äußere Paukenhaut ansah, nicht nur diese ist, sondern die vier untersten Trachealringe in sich schließt. Vom fünften Ring an wurden Knochen konstatiert, während die reduzierten Ringe, mit Ausnahme des ersten, durchweg knorpelig waren. Dem Stimmband dient der unterste Trachealring als feste Grundlage.

Gerade unter diesem hat das Epithel der äußeren Paukenhaut einen Kranz größerer Drüsen. Ebenso führt die innere Paukenhaut auf ihrer ganzen Innenfläche und auch über dem Stege zahlreiche Drüsen./ (WUNDERLICH *86*.)

Huhn. — Lunge. /Die Bronchi zweiter Ordnung münden teils direkt, teils indirekt in Luftsäcke, von denen beim Huhn jederseits fünf vorhanden sind, während andere Vögel deren mehr oder weniger besitzen, wie neuerdings ROCHÉ *91* nachwies. Ferner geben sie zahlreiche fiederförmig angeordnete Äste ab, die Bronchi dritter Ordnung oder Lungenpfeifen, welche die Hauptmasse der Vogellunge ausmachen und entweder blind enden, oder miteinander kommunizieren. Sie enthalten das eigentliche respiratorische Lungengewebe. Um diese Pfeifen sitzen die Lungenbläschen oder Alveoli, durch feine Septen voneinander getrennt. — Das bewimperte Zylinderepithel der großen und mittleren Bronchen geht allmählich in das Plattenepithel der Alveoli über. Die Angaben, das Epithel betreffend, sind verschieden. Nach den einen ist es ursprünglich mehrschichtig und wird erst

Fig. 149.

Fig. 150.

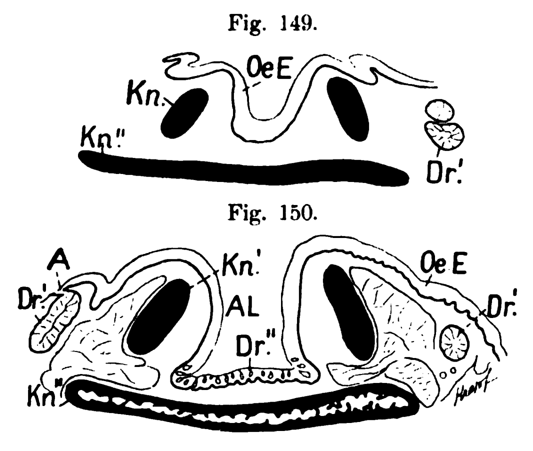


Fig. 151.

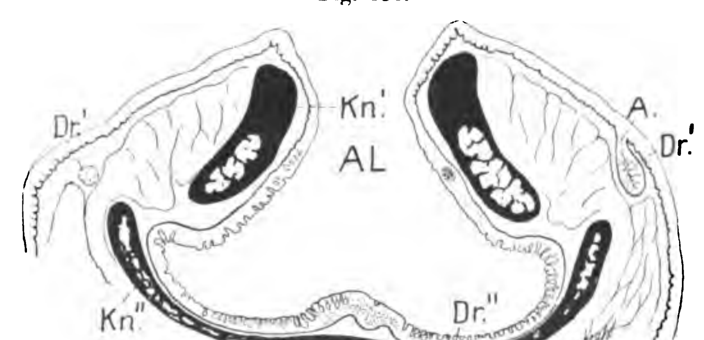


Fig. 149 bis 153. **Oberer rudimentärer Kehlkopf (Larynx) vom Huhn (Gallus domesticus).** Fünf Schnitte aus einer Querschnittserie, zeigend das Auftreten der Knorpel und die Gestaltung des Lumens vom Aditus laryngis *Al* bis zum geschlossenen Rohr *K*. *OeE* Epithel des Mundhöhlenbodens, sich ins Oesophagusepithel fortsetzend, Drüsen *Dr'* tragend, *A* der letzteren Ausführgänge. *Kn*, *Kn'*, *Kn''*, *Kn'''* Knorpel, *Dr''* Kehlkopfdrüsen, *N* Noduli. Im Kehlkopf ist das Epithel nur als Linie gezeichnet; die Grundlinie des geschichteten Oesophagealepithels setzt sich demnach in der Zeichnung im Kehlkopf in die Grundlage der Mucosa (nicht des Kehlkopfepithels) fort. Die Grenze für diesen Übergang fällt mit dem Auftreten der ersten Kehlkopfdrüsen *Dr''* (siehe die Figur) zusammen. Vergrößerung 14fach, reduziert auf 4/5.

einschichtig durch allmähliches Nachrücken der tiefer liegenden Zellen. Nach anderen findet nur eine Abflachung der von Anfang an einschichtigen Epithellage statt./ (F. MOSER *02*.)

/ PISO-BORME gibt (seine Taf. II, Fig. 1) Abbildungen von elastischen Fasern aus den Lungenbläschen einer alten Henne. / (PISO-BORME *67.*)

Entwicklung der Lunge beim Huhn (Gallus domesticus): / Nach SELENKA besteht die erste Anlage der Lungen beim Hühnchen am Ende des dritten Bebrütungstages aus zwei seitlichen Höckern der Speiseröhre, aus welcher sie im Verlauf des 4. Tages als zwei nach vorn und hinten divergierende kurze Läppchen hervortreten. Am 5. Tage ist die erste

Fig. 152.

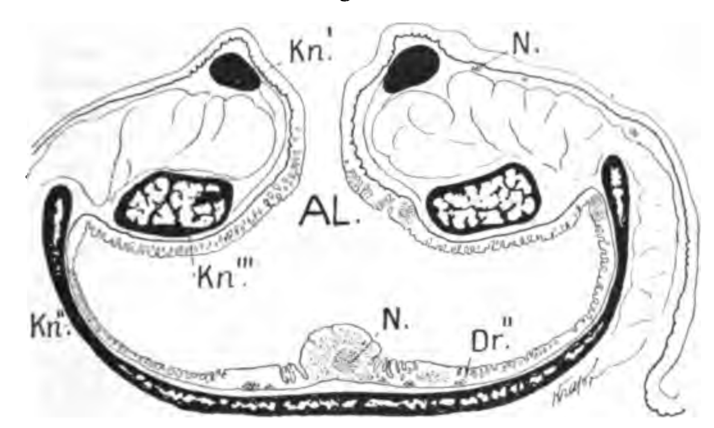
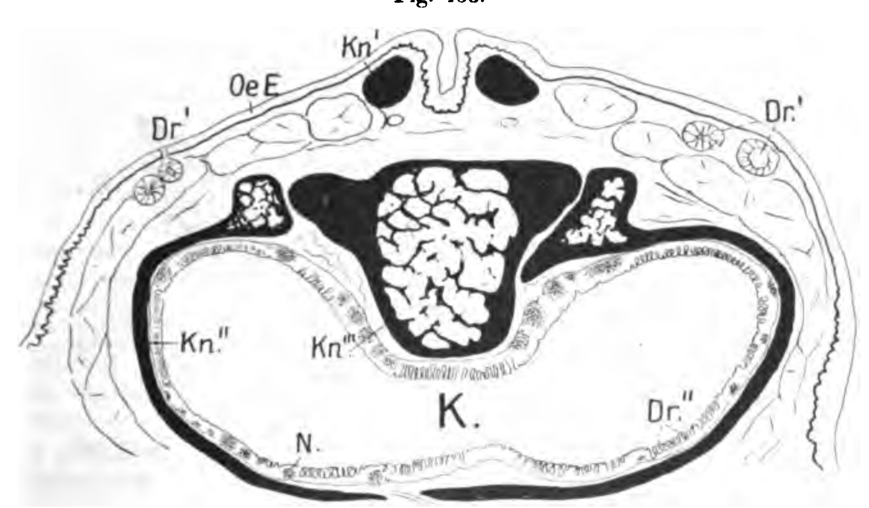


Fig. 153.



Anlage der beiden großen Abdominalluftbehälter deutlich und am 11. Tage sind schon sämtliche Luftsäcke mit schwacher Vergrößerung in ihrer Anlage zu erkennen. / (SELENKA *66.*)

Vergl. auch oben p. 340 die Angaben von STRASSER *77* über die Entwicklung der Luftsäcke des Huhns.

/ Beim Hühnchenei aus der 50.—60. Brütstunde bemerkt man in der Höhe der dritten Kiemenspalte die erste Anlage der Lunge als gleichmäßige, seichte Anschwellung der Darmfaserhaut, sie wird in den nächsten Stunden zu zwei voneinander getrennten, seitlich wachsenden, hyalinen Höckern, in die hinein sich das Darmdrüsen- oder Epithelblatt

stülpt. Das Wachsen ist monopodisch, d. h. das Epithelrohr wächst an seinem Scheitel ungeteilt fort, während seitliche Sprossen am Stamme desselben hervortreten und mit ihrer Längenachse zu der des erzeugenden Rohres rechtwinklig gestellt sind. Indem nun bestimmte Seitenachsen bald nach ihrer Entstehung kräftiger wachsen, sich reichlicher verzweigen als die Hauptachse, wird der ursprünglich monopodische Charakter verwischt und die ausgewachsene Lunge zeigt das Prinzip der Dichotomie deutlich ausgeprägt. Das Epithel besteht ursprünglich aus fadigen Gebilden (die ovalären Zellen des Darmdrüsenblattes), indem sich dieselben in eine einschichtige Reihe ordnen, werden sie zylindrisch. Mit der weiteren Differenzierung der Lunge entstehen aus dieser ursprünglichen Form weitere Epithelzellformen, die polyedrische, zylindrische, kubische und Plattenform hängt ab von der größeren oder geringeren Raumbeschränkung, die Zelle adaptiert sich dem Raume und wechselt ihm entsprechend ihre ursprüngliche Form und Größe. Zwischen den Zylinderzellen des embryonalen Epithelrohrs finden sich junge Epithelzellen./ (KÜTTNER *76.*)

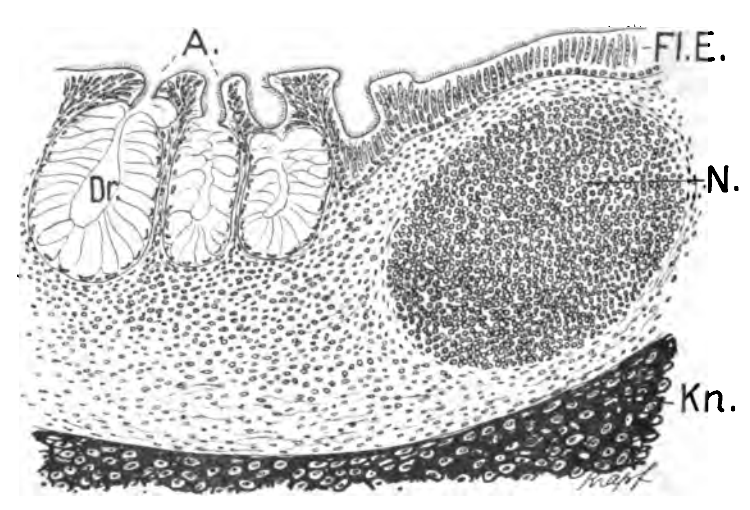


Fig. 154. **Oberer Kehlkopf vom Huhn (Gallus domesticus).** Schleimhaut, dem Knorpel *Kn* aufsitzend. *FE* Flimmerepithel, *Dr* Drüsen, deren Ausführgänge *A* zur Oberfläche münden. *N* Nodulus (vergl. das Übersichtsbild Fig. 153). Vergrößerung 250fach, reduziert auf $^{9}/_{10}$.

Die Atemschleimhaut entsteht aus den antero-lateralen Teilen des Ösophagus durch zwei hohle Knospen, welche successive die Lungen, die Bronchen und die Trachea bilden. Dieser fügt sich der Larynx bei. Die Divertikel, welche den primitiven Zustand der Lungen darstellen, zeigen sich beim Huhn gegen das Ende des dritten Tages./ (SAPPEY *94.*)

FANNY MOSER faßt ihre Befunde über die Entwicklung der Lunge bei Vögeln (resp. Hühnchen) folgendermaßen zusammen:

1. Die Lunge ist eine Ausstülpung des Vorderdarmes; ihr Kanalsystem entsteht ausschließlich durch den Prozeß der Knospung.
2. Der Hauptkanal oder Mesobronchus, die direkte Fortsetzung des extrapulmonalen Bronchus, wächst an seinem Ende ungeteilt fort und gibt dabei, durch Knospung, Seitenzweige ab, welche ihrerseits wieder durch Knospung sich verzweigen.

3. Das primäre Lungenbläschen ist die typische Entstehungs- und Wachstumsform eines jeden Bronchus, einerlei welchen Grades.
4. Die primären Lungenbläschen sind mit für diese typischem, hohem Zylinderepithel ausgekleidet, das sich im Hals gegen das Lumen des Bronchus zu allmählich abplattet.
5. Die Abplattung des Epithels der Lunge schreitet immer weiter vor, bis sich schließlich in der ausgewachsenen Lunge alle Übergänge zum Plattenepithel der Alveoli finden, welch letzteres sich kontinuierlich aus dem hohen Zylinderepithel entwickelt hat.
6. Jeder Bronchus besitzt die Fähigkeit, sich durch starke Vergrößerung seines Endes zu einem Luftsack zu entwickeln. Dieser unterscheidet sich in seiner Anlage und Entwicklung keineswegs von einem primären Lungenbläschen./ (MOSER *02.*)

/BERTELLI untersuchte die Entwicklung der Luftsäcke beim Huhne und nimmt für die Luftsäcke folgende Benennungen an: Sacci cervicales, Saccus interclavicularis, Sacci intermedii anteriores, Sacci intermedii posteriores. Sacci posteriores. Mit dieser Einteilung sind alle jene Benennungen eliminiert, welche auf einer irrtümlichen Einteilung der Cölomhöhle und auf falscher Deutung des Diaphragmas beruhen. Die Anlagen der Luftsäcke haben bei ihrem Erscheinen glatte Wände, später erhebt sich die Mucosa in Längsfalten, welche in Querschnitten ein sternförmiges Aussehen ergeben. Alle Anlagen der Luftsäcke gehen direkt aus den Lungenschläuchen hervor, ausgenommen diejenigen der Interklavikularsäcke, welche ihren Ursprung von den Anlagen der Cervikalsäcke nehmen. Die Anlagen der hinteren Säcke erscheinen zuerst. In der 62. Stunde der Bebrütung zeigen die kaudalen Lungenenden eine leichte Anschwellung, welche die Anlage der hinteren Säcke ist. Am fünften Tag erscheinen die Anlagen der Cervikalsäcke. Sie entstehen von der dorsalen Hälfte der Peripherie der Lungenschläuche. Am sechsten Brüttage sind die Anlagen der Interklavikularsäcke der vorderen und hinteren intermediären Säcke vorhanden. Beim Erwachsenen ist der interklavikulare Sack einheitlich, aber auch dieser entsteht, wie alle anderen, vermittelst zweier Anlagen, welche von den Anlagen der Zervikalsäcke ausgehen. Bei ihrem Erscheinen liegen sie, im Vergleich zum Erwachsenen, sehr dorsal und lateral, aber in den folgenden Stadien rücken sie nach unten und medial, um die definitive Lage einzunehmen. Am achten Tag sind sie schon weit fortgerückt, eine tiefe Falte nimmt sie auf, entsprechend dem unteren Rande der Lunge. Die Falte ist am 10. Tage sehr entwickelt; am 11. Tage verschmilzt sie mit dem Diaphragma: so erklärt sich, warum die Interklavikularsäcke in diesem Stadium sich in das Zwerchfell eingeschlossen finden. Kaum, daß die Abzweigungen, welche die Anlagen der Cervikalsäcke bilden, die Lungenschläuche eingeholt haben, gehen von diesen die Anlagen der vorderen intermediären Säcke aus. Das Diaphragma liefert für dieselben die ventrale Wand und mit der unteren Oberfläche die dorsale Grenze. Von der ventralen Hälfte der Peripherie der Lungenschläuche entstehen die Anlagen der hinteren intermediären Säcke. Auch diese finden sich, wie die interklavikulären Säcke, am achten Tage über dem unteren Rande der Lunge in einer tiefen Falte, aber am zehnten Tage steigt diese Falte herab und verschmilzt mit dem Diaphragma. Die Entwicklungsvorgänge geben das Verständnis für die innige Beziehung zwischen den Säcken und dem Zwerchfell, für die Verbindung der Säcke vermittelst der Lungenöffnungen mit den Bronchen und für den Bau der Säcke. Die ventrale Oberfläche

der Lunge besitzt keine Serosa, weil das Bindegewebe der Lunge und das Diaphragma in Kontinuität stehen./ (BERTELLI *00 b.*)

/BERTELLI hat die Entwicklung der Pleura an Embryonen vom Huhn untersucht. Zuerst am zehnten Tage finden sich beim Huhn Pleurahöhlen mit vollständig freien Wänden. Gegen Ende des zehnten Tages sind Lunge und Pleurahöhle in ganzer Ausdehnung vom Epithel überkleidet. (Bei der Ente zeigen am 18. Tage Pleura visceralis und parietalis keine Adhäsionen untereinander. Erwachsene Vögel besitzen rudimentäre Pleurahöhlen und Pleuren. Die Verwachsung beginnt beim Huhn am 7. Tage, am 14. Tage sind laterale und dorsale Lungenwand in ganzer Ausdehnung mit der entsprechenden Oberfläche der Pleurahöhle verbunden. Beim erwachsenen Huhn findet sich dieselbe fundamentale Anordnung, welche sich beim Huhn in den letzten Bebrütungstagen findet. Die Adhärenz der Pleurablätter erfolgt durch dünne Bindegewebsfäden, welche nicht sehr zahlreich sind und zwischen ihnen die Pleurahöhle in großer Ausdehnung freilassen. Bei denjenigen Individuen, bei denen die Verbindung durch Verschmelzung erfolgt, ist Lunge und Thoraxwand vermittelst eines Bindegewebsstratums verbunden, welches aus der Adhärenz der Pleura pulmonalis mit der Pleura parietalis resultiert. Das Epithel ist dann fast ganz verschwunden, die Verschmelzung zeigt kleine seltene Unterbrechungen, in welchen die Blätter, getrennt bleibend, epitheliale Auskleidung zeigen./ (BERTELLI *01.*)

/GARROD gibt eine makroskopische Beschreibung der Trachea samt Syrinx von Opisthocomus cristatus./ (GARROD *79a.*)

/Meleagris gallopavo Linn. (und Gallinula chloropus Lath.) stimmen im Bau der Trachea hinsichtlich des Epithels mit dem Huhn (siehe dieses) überein. Lymphoide Elemente unter dem Epithel fehlen, dagegen findet sich eine elastische Längsfaserschicht nahe dem Epithel, nach außen isolierte, meist ringförmig verlaufende Fasern.

Coturnix communis Bonn. — Trachea. Das einschichtige flimmernde Zylinderepithel steht zum Teil in gerader Linie, zum Teil zeigt es Cristae und Krypten, wie beim Huhn. Die Krypten werden von Schleimzellen ausgekleidet. Elastische Fasern sind eher dürftig, unter dem Epithel liegt ein Längszug, nach außen folgen Ringfasern, einige verlaufen schräg von außen nach innen./ (LIVINI *96.*)

Syrinx der Perdicidae: /Caccabis saxatilis und rufa. Die Wandungen des Steges verknöchern zum Teil, doch finden sich in denselben, besonders in der Spitze noch zahlreiche Nester von Knorpelzellen. Das Mark des Steges ist stark fettig und von zahlreichen Blutkapillaren durchzogen. Das Epithel der inneren Paukenhaut trägt zahlreiche Drüsen./ (WUNDERLICH *86.*)

Columbidae.

Makroskopisches über die Atemorgane von Columba domestica siehe bei VOGT und YUNG *94.* p. 796 ff.

/Die Luftröhre von Columba domestica (siehe Fig. 155) wird von zylindrischen Wimperzellen ausgekleidet, die auf einer Drüsenschicht auflagern; die Ausführgänge dieser Drüsen ergießen zähen Schleim in die Luftröhre. Nach außen von der Drüsenschicht findet sich ein reich mit Blutgefäßen ausgestattetes Bindegewebe, dessen äußere Schicht die Knorpelringe mit ihrem Perichondrium einschließt; dann folgt eine namentlich seitlich entwickelte Schicht von glatten Längsmuskelfasern und eine feine äußere Hüllhaut./ (JAQUET in VOGT und YUNG *94*, p. 797.)

Columba livia var. domestica Linn. — Trachea: /Hier finden sich schleimhaltige sezernierende Zellen ohne Ordnung zwischen die gewöhnlichen Epithelzellen eingestreut. Dagegen finden sich zahlreiche Drüsenausführgänge. Es handelt sich um einfache Drüsen. Zwischen zwei Knorpelringen vertiefen sich die Drüsen etwas. Während das Oberflächenepithel einen deutlichen Randsaum trägt, fehlt derselbe den Drüsenepithelien. Letztere zeigen granuliertes Protoplasma. In den Drüsen finden sich zahlreiche große schleimhaltige Zellen mit einem färbbaren Saum an ihrer Oberfläche. Lymphoide Elemente fehlen bei der Taube, dagegen sind elastische Fasern reichlich. In dem Bindegewebe, auf welchem die Drüsen ruhen, bilden sie ein Netz mit vorwiegendem Längsverlauf, davon ziehen einzelne Fasern und Bündel zwischen die Drüsen, welche bisweilen dicht von den Fasern umgeben werden.

Turtur risorius Sws. — Trachea: Das Oberflächenepithel zeigt Krypten und Cristae, wie beim Huhn mit dem Unterschied, daß bei Turtur sich viele Schleimzellen außer in den Krypten auch auf den Cristae finden, sei es isoliert oder in Gruppen von 2, 3, 4 oder mehr, was beim Huhn eine seltene Ausnahme bildet. Bisweilen werden die Krypten tiefer und den Drüsen ähnlich, welche sich bei Columba livia finden.



Fig. 155. **Luftröhre von Columba domestica.** Querschnitt der Luftröhrenwand. Leitz. Ok. 3, Obj. 3. *a* Umhüllungshaut, *b* Längsmuskeln, *c* Perichondrium, *d* Knorpel, *e* Blutgefäße, *f* Drüsen, *g* inneres Epithel, *h* Bindegewebe. (Nach Vogt und Yung *94*.)

Im Bindegewebe finden sich unter dem Epithel lymphoide Elemente, jedoch weniger als beim Huhn, auch die elastischen Fasern sind weniger zahlreich als beim Huhn, zeigen jedoch dieselbe Anordnung./ (Livini *96*.)

Syrinx der Columbidae: /Bei mehreren Rassen von Haustauben erhielt Wunderlich denselben Befund. Die untersten Ringe der Trachea sind auf der hinteren Seite durch eingeschobene Knorpelstückchen verbunden. Das Epithel der Trachea und der Bronchien ist sehr dick und bildet durch Einstülpung zahlreiche, nebeneinanderliegende, einfach schlauchförmige Drüsen. Dieselben fehlen nur über dem ersten Halbring. Zwischen den Drüsen verlaufen viele Blutgefäße, welche auch den äußeren und inneren Paukenhäuten in großer Anzahl zukommen./ (Wunderlich *86*.)

Bronchien und Lunge bei der Haustaube. Nachdem die beiden Hauptbronchien vom Syrinx abgezweigt sind, nehmen wohl in Zusammenhang mit der raschen Abnahme ihres Kalibers auch die sie aufbauenden Gewebe ab, so die Knorpel und Drüsen. Kleine Knorpelpartikel in der Bronchialwand fand ich jedoch noch innerhalb der Lunge. Zugleich tritt eine gut entwickelte glatte Muskulatur auf, welche, ringförmig als Schicht geordnet, die letzten Knorpelreste einschließt. Lymphgewebe wird hier reichlicher als in der Trachea und es lassen sich sowohl in der Bronchialschleimhaut, wie auch zahlreicher im Bindegewebe der Lunge in der Nähe der Bronchien Lymphnoduli auffinden. — Das Lungengewebe läßt sich leicht verstehen, wenn man im Auge behält, daß die um eine sog. Lungenpfeife (von höheren Zellen ausgekleideter luftleitender Raum) gelagerten atmenden Endräume von dem Endraume eines benachbarten

Systems (benachbarte Lungenpfeife mit zugehörigen Endräumen) nur undeutlich getrennt ist. Man sieht meist kaum eine Spur von trennendem Bindegewebe und häufig deutet nur der Verlauf größerer Gefäßstämme die ursprüngliche Trennung an. Trotzdem bin ich der Ansicht, daß die Endraumsysteme, die von einer Pfeife ausgehen, nur zu dieser münden, daß also benachbarte Pfeifen nicht durch ihre Endraumsysteme miteinander kommunizieren. Bei manchen der Läppchen, welche eine solche Pfeife mit ihren sie radiär umhüllenden Endräumen im Querschnitt zeigt, ist die Wahrung dieser Selbständigkeit ohne weiteres ersichtlich. Die von der Pfeife ausgehenden atmenden Räume verzweigen sich unter sehr spitzen Winkeln und enden gegen die Peripherie des Läppchens blind. Um den Innenraum der Lungenpfeifen sind in der Regel eine Anzahl größere, ringsherum nach Rosettenart angeordnete, von niedrigem, plattem, nicht respirierendem Epithel ausgekleidete Räume gelagert. Von diesen also noch dem luftleitenden System angehörigen Vorkammern gehen dann (und zwar von jeder mehrere) spitzwinkelig auseinanderlaufende respirierende Gänge ab.

Scansores.

Syrinx der Picidae: /Die Trachealringe von Picus viridis sind vollständig knöchern. Die Bronchialringe sind knorpelig und haben nur einen dünnen Mantel von Knochensubstanz./ (Wunderlich *86.*)

Passeres.

Über die Akustik des Stimmorgans der Sperlingsvögel vergl. Deditius *02.*

/Nitzsch fand bei Buceros erythrorhynchos Briss. (melanoleucos Lichtenst.), daß nicht nur Kopfgerüst, Schnabel, Halswirbel, Becken, die drei letzten Schwanzwirbel, Oberarm- und Oberschenkelknochen, sondern höchst unerwarteterweise alle übrigen Knochen der Vorder- und Hinterglieder pneumatisch sind. Dagegen waren die Rückenwirbel, Rippen und Rippenknochen, Brustbein, Schulterblätter, Schlüsselbeine, Furcula und die drei ersten Schwanzwirbel markig und ohne Spur von Lufthöhlen. Sonach zeigten sich also gerade diejenigen Knochen vollkommen luftführend, von welchen, nach allen bisherigen Untersuchungen, angenommen werden durfte, daß sie der Sphäre des Respirationsorganismus absolut entzogen seien, hingegen solche Knochen markig und der Luft verschlossen, welche, wenn auch nicht immer, doch oft Luft aufnehmen./ (Nitzsch *26 b.*)

Während ich in der Trachea vom Kanarienvogel (Pyrrhula canaria) über große Strecken Drüsen ganz vermißte, sehe ich solche im Larynx, besonders in dessen dorsaler Wand; von neuem treten Drüsen in Menge in Erscheinung mit dem Beginn des Syrinx.

/Unter den Caprimulgidae ist der Syrinx bei Caprimulgus, Chordeiles, Nyctidromus und Aegotheles tracheo-bronchial, bei Batrachostomus und Podargus nähert er sich in seinem Verhalten dem rein bronchialen Syrinx von Steatornis. Vergl. auch die makroskopischen Abbildungen Beddards./ (Beddard *86.*)

Syrinx der Passeres. /Bei ausgewachsenen Tieren sind alle Ringe der Trachea und der Bronchien knöchern und hohl. Sie führen entweder Luft oder Mark, welches gewöhnlich stark fettig degeneriert ist. Bei Cardinalis virginianus wird das stark entwickelte äußere Stimmband von einer Wucherung des gewöhnlichen Bindegewebes gebildet, dessen Fasern senkrecht zu dem Epithel des Stimmbandes stehen.

Syrinx der Alcedinidae. Bei Alcedo ispida greifen die knorpeligen Trachealringe seitlich übereinander. Die vier letzten derselben werden knöchern und bilden die Trommel. / (WUNDERLICH *86*.)

Syrinx von Turdus merula: / Bei der männlichen Amsel oder Schwarzdrossel (Turdus merula L.) hängen die Trachealringe, die aus vier Ringen bestehende Trommel und die beiden ersten Bronchialhalbringe und ebenso die unteren Halbringe, vom dritten an, untereinander durch elastische Bänder zusammen. Hier sowohl als bei den verschiedenen, von HÄCKER im Syrinx beschriebenen Membranen, wurde das Vorhandensein außerordentlich dichter elastischer Fasern bezw. Fasernetze mittelst der UNNAschen Orceinmethode festgestellt. Die Membrana tympaniformis externa ist dadurch ausgezeichnet, daß das mehrschichtige Zylinderepithel der Schleimhaut in ein einschichtiges, aus kubischen oder sogar platten Zellen bestehendes Epithel übergeht. Unterhalb der Membrana tympaniformis externa an der Innenfläche des dritten Halbrings, schaltet sich zwischen diesem und der auch „hier noch einschichtigen Schleimhaut“ elastisches Gewebe ein und erzeugt so ein als Labium externum dienendes Polster. Die elastischen Fasern sind schmal und teilweise verästelt. (STANNIUS *46*, p. 325, Anm. 17, erwähnt von den Fasern des äußeren Labiums der Singvögel, daß sie sehr schmal sind: 0,0006—0,0009''' im Durchmesser haltend, daß sie wenig Äste abgeben und durchaus den in den unteren Stimmbändern der Säugetiere vorkommenden gleichen.) Sie sind sowohl hier, in den äußeren Labien, wie auch in den inneren, im allgemeinen in zwei Systemen angeordnet: die des einen Systems laufen parallel zur Bronchienachse, die des anderen spannen sich zwischen der Schleimhaut und der Innenfläche des dritten Halbrings in der Weise aus, daß sie mit der Richtung der Bronchienachse einen Winkel von ungefähr 40° bilden. (WUNDERLICH erwähnt vom Kardinal [Cardinalis virginianus Bp.], daß hier die Fasern des äußeren Stimmbandes senkrecht zum Epithel desselben stehen.) Da nun der Winkel zwischen beiden Bronchienachsen etwa ebensoviel beträgt, so folgt, daß die Längsfasern des einen Labiums jeweils den Querfasern des anderen parallel sind. Bei drei Amselmännchen konnte HÄCKER auf Frontalschnitten in übereinstimmender Weise feststellen, daß die elastischen Fasern des rechten äußeren Labiums ganz überwiegend dem längsgerichteten, die des linken dem quergerichteten System angehören. Bei den inneren Stimmbändern und ebenso bei den Labien des Amselweibchens ist auf Schnitten von einer solchen Regelmäßigkeit nichts zu erkennen. Die bestimmte und an verschiedenen Stellen verschieden gerichtete Faseranordnung in den verschiedenen Teilen des Syrinxinneren bringt HÄCKER in Beziehung zu den Regeln der Statik und Mechanik (Richtung des größten Druckes und Zuges).

Die Seitenflächen des Steges sind von einer Schicht elastischen Gewebes bedeckt, dessen Fasern parallel zu der Achse der Bronchien verlaufen und sich oberhalb der Firste des Steges zu einer senkrechten, reich mit Gefäßen ausgestatteten Wand zusammenschließen. Die Schleimhaut ist zu beiden Seiten dieser Wand von ganz besonderer Dicke, während sie am oberen Rande derselben ganz außerordentlich verdünnt ist und ebenso nach unten zu „einschichtig“ wird. Die ganze über dem Steg sich erhebende Falte wird wegen ihres nach oben konkaven Randes als Halbmondfalte, Membrana semilunaris bezeichnet. Die Membranae tympaniformes internae schließen zwischen ihren beiden Häuten, der Bronchialschleimhaut und der Adventitia, außer den Cartilagines arytaenoideae

und den knorpeligen Ansatzstücken der vorderen und hinteren Halbringenden, elastisches Gewebe in verschiedener Verteilung ein. Von oben nach unten ist die Anordnung desselben folgende: Die längs der Seitenflächen des Steges verlaufenden elastischen Fasern der Membrana semi-

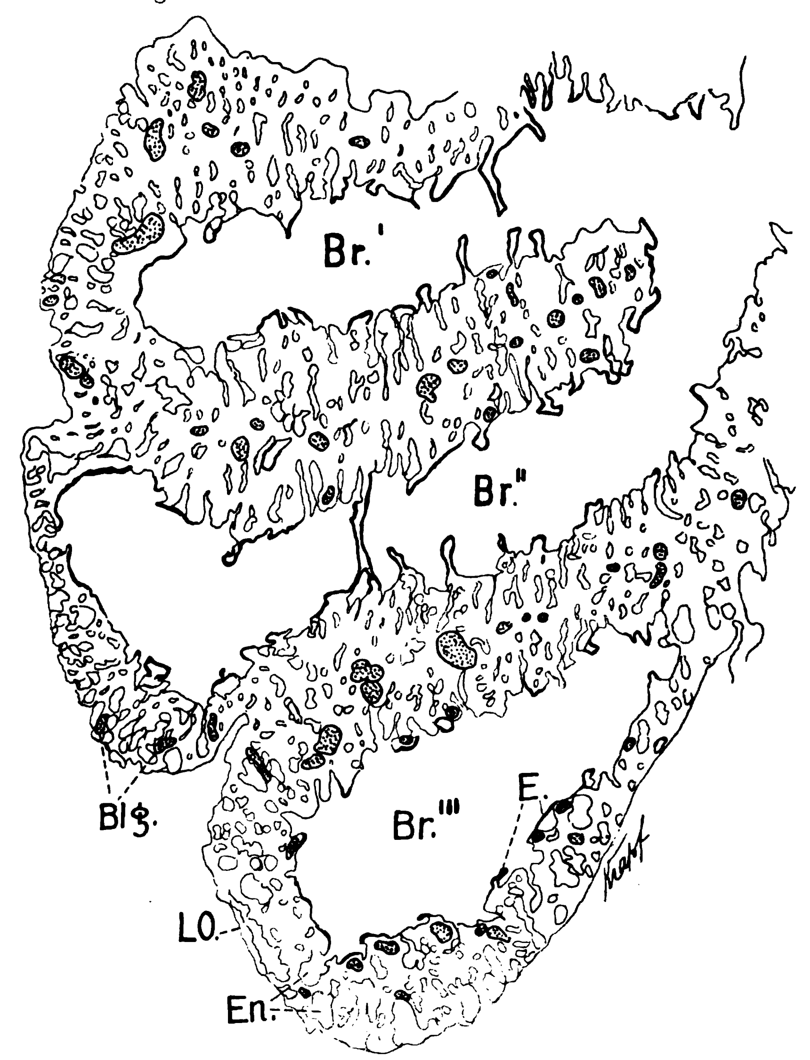


Fig. 156. **Lunge vom Kanarienvogel (Pyrrhula canaria).** Längsschnitt durch drei Lungenpfeifen *Br'*, *Br''*, *Br'''*, von denen zwei im Schnitt rechts oben zusammenhängen. Die Innenräume derselben werden von hohem Epithel *E* ausgekleidet. *Br'''* ist auf der Unterseite von einer einfachen bis zur Lungenoberfläche *Lo* reichenden Wandschicht atmenden Gewebes (aus Endräumen *En* aufgebaut) begrenzt, während die obere Wand des *Br'''* mit der Unterwand des *Br''* verwachsen ist, wobei sich die genetisch vorhanden gewesene Trennung noch in der Anordnung der Blutgefäße *Blg* ausspricht. Einzelheiten siehe in Fig 157 und 158. Vergrößer. 96fach, reduziert auf $^{9}/_{10}$.

lunaris stoßen an den unteren Kanten des Steges mit quer verlaufenden Fasern zusammen, welche längs der unteren Fläche des Steges von einer Seite zur anderen ziehen. Beide Systeme stehen in engster Verbindung mit den Fasern des Labium internum. Unterhalb des inneren Labiums

beginnt die Membrana tympaniformis interna sensu strict. (z. B. im Sinne von STANNIUS). Dieser Teil der medialen Bronchienwandung besteht fast nur aus der auch hier einschichtigen Schleimhaut und der Adventitia und entspricht also in morphologischer Hinsicht tatsächlich der zwischen dem zweiten und dritten Halbring ausgespannten Membrana tympaniformis externa. Diese verdünnte Partie der Bronchienwand wird unten abgeschlossen durch eine die beiden Bronchien verbindende Brücke, in welcher elastische Fasern in dichter Anordnung von einer Seite zur andern ziehen. Es ist das Ligamentum interbronchiale (Bronchidesmus GARRODS). Der sich daran anschließende Teil der Wandung ist wieder von größerer Dicke; zwischen der zur gewöhnlichen Stärke zurückkehrenden Schleimhaut und der Adventitia befindet sich eine Schicht elastischen Gewebes, dessen Fasern zum großen Teil parallel zu den Bronchienachsen verlaufen.

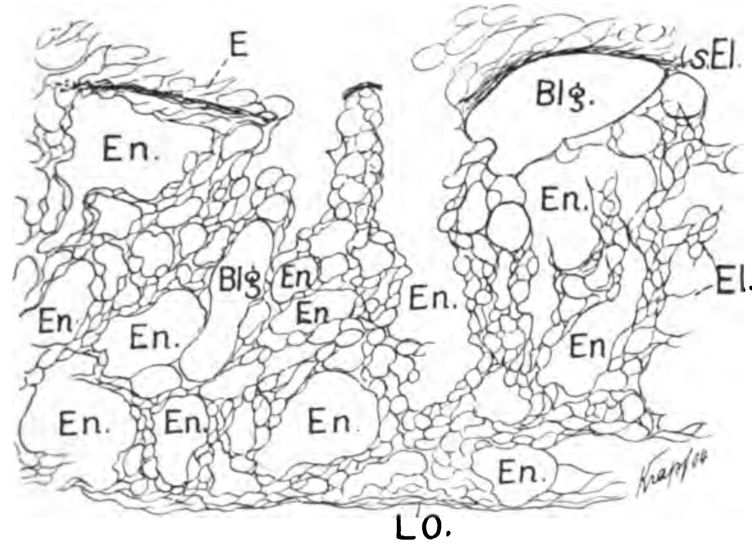


Fig. 157. **Lunge vom Kanarienvogel (Pyrrhula canaria).** Zeigt ein Stück der Lungenwand (siehe das Übersichtsbild Fig. 156) bei stärkerer Vergrößerung. Färbung der elastischen Fasern *El* mit Resorcin-Fuchsin. Es läßt sich der Zusammenhang der Endräume *En* mit dem von hohem Epithel *E* ausgekleideten Innenraum (Lungenpfeife) erkennen. *sEl* stärkere subepitheliale Schicht elastischer Fasern der Lungenpfeife. *LO* Lungenoberfläche. *Blg* Blutgefäße. Vergr. 520fach, reduz. auf $^9/_{10}$.

Beim Amselweibchen ist die bei Männchen so hervortretende Regelmäßigkeit der Anordnung der elastischen Fasern bezw. ihre unsymmetrische Anordnung auf den Schnittbildern nicht wahrzunehmen. / (HÄCKER *98*.)

Lunge vom Kanarienvogel (Pyrrhula canaria). In Fig. 156 sind einige Endverzweigungen der respirierenden Räume in der Lunge dargestellt. Drei sog. Lungenpfeifen (*Br'*, *Br''*, *Br'''*) gehen von einem gemeinschaftlichen Stamme aus, die Teilung desselben in *Br'* und *Br''* ist im Schnitte zu sehen, während *Br'''* erst in einem der folgenden Schnitte der Serie herzumündet. Nahe der Lungenoberfläche *LO* und gegen unten und rechts vom Beschauer sehen wir die Unabhängigkeit von *Br'''* deutlich, während die andere Seite von *Br'''* mit *Br''* und ebenso *Br''* mit *Br'* verschmolzen sind. Die Stellen, welche den Trennungslinien entsprechen würden, wenn keine Verwachsung erfolgt wäre, nehmen

stärkere, in der Figur deutlich hervortretende Blutgefäße ein. Wir haben also jedes Septum zwischen zwei Lungenpfeifen aus zwei verschmolzenen Blättern entstanden zu denken, deren jedes eben die Wand einer solchen, dem luftleitenden System angehörenden Lungenpfeife bildet. Um die Vogellunge ganz verstehen zu können, ist es nötig, eben eine solche Wand der Lungenpfeife bei stärkerer Vergrößerung zu betrachten, und ich gebe in Figur 157 und 158 zwei Schnitte wieder, welche aus derselben Serie stammen, wie die Übersichtsfigur und welche nach Stellen gezeichnet sind, an denen diese Wand freiliegt (nicht mit einem der benachbarten Systeme verwachsen ist, also entsprechend *Br'''* der vorigen Figur unten rechts). Die beiden Figuren 157 und 158 zeigen solche Abschnitte nach verschiedenen Färbungen, welche im ersten der beiden Schnitte die elastischen Fasern, im zweiten dagegen Blutgefäße, Blutkörperchen, Bindegewebe und Epithelien deutlich hervortreten lassen. In Figur 157 sind die Endräume der Lunge durch eingezeichnete Buchstaben *En* hervorgehoben, diese erscheinen im Präparat hohl, während dazwischen kompaktes, von elastischen Fasern durchflochtenes Gewebe liegt. Dieser Unterschied tritt in Figur 158 fast deutlicher hervor, doch ist in Figur 157 deutlicher zu sehen, wie die Endräume von dem von kubischem Epithel *E* überkleideten Innenraum der Lungenpfeife her sich gegen die Lungenoberfläche zu erstrecken und verzweigen. Es handelt sich in diesen respi-

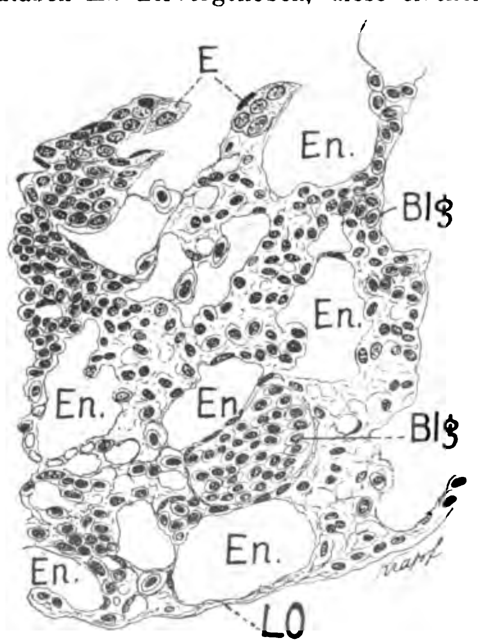


Fig. 158, **Lunge vom Kanarienvogel (Pyrrhula canaria).** Zeigt ein Stück der Lungenwand (siehe das Übersichtsbild Fig. 156). Färbung mit Hämatoxylin-Eosin. Es treten die in Fig. 157 leer erscheinenden größeren und kleineren Blutgefäße *Blg* durch die Färbung deutlicher hervor. *E* hohes Epithel der Lungenpfeife, *LO* Lungenoberfläche, *En* Endräume. Vergr. 520fach, reduziert auf $^9/_{10}$.

rierenden Endräumen um etwa sechsmal so lange wie breite Schläuche, welche sich mehrmals unter spitzen Winkeln teilen, wobei die Teilstücke meist nahe der Lungenoberfläche mit (auch im kollabierten Zustande der Lunge noch) häufig erweiterten Endstücken münden. An der Teilungsstelle der Endräume in die Endstücke bestimmte Räume als Atrien abzugrenzen, gestattete mir die Kleinheit des Objekts und die Kompliziertheit der Struktur nicht, doch konnte ich das Vorhandensein von Atrien an dieser Teilungsstelle auch nicht ausschließen und möchte es daher, vorläufig wenigstens, theoretisch auch hier annehmen.

Die Luftsäcke von Steatornis beschreibt BEDDARD *86b* makroskopisch.

/Bei Passer domesticus sind die Luftsäcke reich an feinen elastischen Fasern und scheinen auch Bündel glatter Muskeln zu besitzen. (LEYDIG *54b*.)

Raptatores.

Makroskopische Angaben über den Syrinx der amerikanischen Geier bietet BEDDARD *03c*.

Im Larynx von Accipiter nisus finde ich in der dorsalen Wand einige intraepitheliale Drüsen. Dieselben durchbohren die stark entwickelte subepitheliale elastische Faserschicht nicht. Diese Drüsen schwinden zunächst mit dem Beginn der Trachea. Dagegen sah ich weiter nach abwärts, namentlich in der Gegend des Syrinx und unterhalb desselben in den Hauptbronchien kleine rundliche Anhäufungen von Becherzellen, welche ganz den Eindruck von wenig ausgebildeten Drüsen machen. Die subepitheliale elastische Faserschicht setzt sich vorwiegend längsverlaufend über die Trachea fort und ist auch in den Hauptbronchi zu sehen. Neben weiteren zahlreichen, die Schleimhaut durchwebenden elastischen Fasern erscheint ein Hauptsammelpunkt für das elastische Gewebe die durch die ganze Trachea in innigem Konnex stehende Umhüllung der Knorpel. Von dieser elastischen Hülle gehen wieder elastische Bündel ab, welche in die Schleimhaut ausstrahlen und so die Zusammengehörigkeit der gesamten Stützsubstanz des Organs dokumentieren.

/Syrinx der Falconidae: Bei den echten Falken ist die Trachea vollkommen knöchern, die oberen Ringe greifen an den Seiten übereinander und die vier untersten Ringe bilden die Trommel, vorn sind dieselben gewöhnlich verschmolzen. Bei Falco peregrinus ist der Steg knöchern und hohl, indessen ist in der Mitte die ursprüngliche Knorpelsubstanz nicht vollständig resorbiert, der Knochen ist nur auf die Spitze beschränkt und der untere Teil ist knorpelig und sendet breite Fortsätze in die inneren Paukenhäute. Die Bronchialhalbringe sind massiv knorpelig. An die äußere Paukenhaut setzt sich der Kehlkopfmuskel. Von Drüsen wird nichts erwähnt./ (WUNDERLICH *86*.)

Makroskopische Angaben über den Syrinx von 31 Falkenspecies (Accipitridae) siehe bei BEDDARD *03*.

Die Lunge fand ich bei Accipiter nisus von ähnlichem Bau, wie ich ihn oben bei der Taube beschrieben habe. Bei dem jungen von mir untersuchten Tier waren die um die Lungenpfeifen liegenden, nach Art einer Rosette (im Querschnitt) angeordneten Räume von ziemlich niedrigerem Epithel ausgekleidet, als die Lungenpfeifen selbst. Die Gliederung der respirierenden Endräume endlich war hier wenig deutlich, da die Elemente sehr klein und die Gewebe sehr kompakt sind. Immerhin ließ sich auch hier erkennen, daß der Aufbau der Lunge im wesentlichen jener für die Vogellunge typische ist, wie ich ihn in einfachster und klarster Form bei Pyrrhula canaria (siehe oben p. 355 f.) erkannt, beschrieben und durch Abbildungen erläutert habe.

Mammalia.

Die älteren vergleichend-anatomischen Werke über den Atmungsapparat der Säugetiere stehen fast durchweg auf rein makroskopischem Boden. Sie beschreiben und vergleichen, ohne viel darnach zu fragen, ob die verglichenen Organe ihrem Baue nach auch gleichwertig sind. Immerhin hat uns jene ältere im Dunkeln tastende Richtung der vergleichenden Anatomie mit den äußeren Formen derjenigen Organe vertraut gemacht, deren feinerer Bau uns beschäftigen wird. Es kann daher nur von Wert sein, auch jene Werke kennen zu lernen, und manche der in der folgenden kurzen Übersicht aufgezählten Bücher bieten noch mehr,

indem sie da und dort auf den feineren Bau der verglichenen Organe eingehen, worauf dann später zurückzukommen sein wird.

Zunächst kommen in Betracht die oben auf p. 7 (Anm.) erwähnten Spezialwerke und Lehrbücher der vergleichenden Anatomie. Für die makroskopische Anatomie des Atmungsapparates der Säugetiere im besondern sind zu erwähnen: CUVIER *10* und *37*, J. F. MECKEL *33*, p. 364 ff., CARUS *34*, p. 603 ff., LEREBOULLET *38* (gibt auch ein umfassendes Literaturverzeichnis), STANNIUS *46*, p. 448 ff. (Kehlkopf p. 448 ff., Luftröhre, Bronchien, Lunge p. 452 ff.). ASSMANN *47* (nur umfassendes Literaturverzeichnis), MILNE EDWARS *57*, Bd. II, p. 263 ff., OWEN *68*, Bd. III, p. 572 ff., und endlich LECHE in BRONN *unvoll.*, Bd. VI, 5, 1, p. 1110 ff.

Für einzelne Säugetiere und Gruppen solcher seien folgende Werke erwähnt:

Monotremen: OWEN *39/47b*, p. 391; Ornithorhynchus: MECKEL *26*;
Ornithorhynchus, Echidna, Marsupialia: OWEN *68*, Bd. III, p. 575 ff.;
Marsupialia: OWEN *39/47a*, p. 309 f.; Petrogale xanthopus: PARSONS *96*;
Cetaceen: RAPP *37*, p. 146 ff.; Walfische: HUNTER *1787*;
Elephas indicus: MIALL and GREENWOOD *78*;
Lepus cuniculus: W. KRAUSE *84* und VOGT und YUNG *94*, p. 914 ff.;
Cryptoprocta ferox: BEDDARD *95*;
Hyaena striata: YOUNG and ROBINSON *89*;
Halichoerus grypus: HEPBURN *96*;
Chiropteren: ROBIN *81*, p. 93—109;
Chiromys madagascarensis: ZUCKERKANDL *00*;
Haussäugetiere: GURLT *44*, ELLENBERGER und C. MÜLLER *96*;
Mensch: Hier sind zu nennen die große Anzahl der Spezialwerke und Lehrbücher der menschlichen Anatomie. Übrigens macht sich auch in diesen Werken, selbst wenn sie nicht ausschließlich dem feineren Bau gewidmet sind. wie die Bücher von KÖLLIKER, TOLDT *88*, v. EBNER *99*, STÖHR *01*, SOBOTTA *02*, BÖHM und v. DAVIDOFF *03*, SCZYMONOWICZ *01* und andere, das anerkennenswerte Bestreben bemerkbar, das Gebotene auf die Zellenlehre zu begründen, wie dies schon in den älteren Werken von HENLE, KRAUSE, SAPPEY, RAUBER versucht wurde und in den neueren Werken von RENAUT *97*, P. HEYMANN *98*, NICOLAS *98* und MERKEL *02* bereits recht gut gelungen ist.

Kehlkopf (Larynx).

Über den makroskopischen Bau des Kehlkopfs der Säugetiere vergl. CUVIER *10*, Vol. 4, p. 348 ff., auch CUVIER *37*, J. F. MECKEL *33*, p. 498 ff., HENLE *39*, C. MAYER *52*, C. GIACOMINI *92*, H. ALBRECHT *96b*, LIVINI *96*, die zusammenfassende reichhaltige Darstellung von LECHE (in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, 5, 1), ferner BUROW *02* (Haussäugetiere), GÖPPERT *01*; sowie die oben p. 7, Anm. und p. 358 erwähnten Werke.

„Als charakteristisch für den Kehlkopf der Säuger den niederen Wirbeltieren gegenüber mag die sehr reiche Differenzierung der Muskulatur, das konstante Auftreten einer Epiglottis und einer eigentlichen Cartilago thyreoidea hervorgehoben werden.“ (LECHE in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, 5, 1.)

Auch im feineren Bau zeigt der Säugerkehlkopf eine Weiterentwickelung im Vergleich zu den niederen Wirbeltieren. So ist z. B. zu erwähnen: Umsichgreifen des geschichteten Pflasterepithels, Vermehrung der elastischen Fasern der Schleimhaut, die Drüsen zeigen gemischten Charakter und einige Knorpel sind elastische Knorpel.

Epithel der Larynxschleimhaut.

Im Säugetierkehlkopf haben wir es mit geschichtetem Pflasterepithel und außer diesem mit einem Zylinderepithel von wechselnder Höhe zu tun. Es scheint hier nicht notwendig, die Frage aufzurollen, ob letzteres geschichtet sei oder nicht. Vielmehr genügt es, zu wissen, daß wir Epithelzellen, die übereinander geordnet sind, als geschichtet bezeichnen (so das geschichtete Pflasterepithel) im Gegensatz zu Epithelzellen, welche in erster Linie nebeneinander stehen. Und letzteres ist beim Zylinderepithel der Atmungswege der Fall. Es handelt sich hier entschieden mehr um ein „Nebeneinander" als um ein „Übereinander".

Feinerer Bau des Kehlkopfepithels: /BOLDYREW betont die Verschiedenheiten der Form und Dimension der einzelnen flimmernden Zylinderzellen des Flimmerepithels im Larynx der Säugetiere. Die Unterschiede können so bedeutend sein, daß z. B. von der Kehlkopfschleimhaut desselben Tieres an einigen Stellen kurze und gedrungene, an anderen Stellen dagegen wieder dünne und langgestreckte Flimmerzellen isoliert wurden, deren Längendurchmesser den der ersteren durchschnittlich noch um das Vierfache übertraf. Auch innerhalb des Formenkreises der Plattenepithelien kommen ganz außerordentliche Schwankungen der Gestalt und Dimensionen vor. (Stellen mit ausgesprochen eckigen und andere Stellen mit rundlichen und ovalen Plattenzellen.)/ (BOLDYREW *71a.*)

/Das Epithel des Kehlkopfs ist bei den Haussäugetieren geschichtetes Wimperepithelium, an einzelnen Stellen geschichtetes Plattenepithel./ (SUSSDORF in ELLENBERGER *84.*)

/Nach R. HEYMANN *89* erreichen die Flimmerzellen im Kehlkopfe meist die Basalmembran, ebenso die Keilzellen, die Basalzellen aber sitzen derselben leicht gezähnelt auf./ (SCHNITZLER *93.*)

/Das Flimmerepithel des Kehlkopfs und der Trachea bezeichnet RAWITZ als geschichtet./ (RAWITZ *94.*)

/Das aërophore System der höheren Wirbeltiere (Reptilien, Vögel, Säuger) ist von einem geschichteten und zylindrischen Epithel bekleidet, von dem in den Nasengruben und im Pharynx vorkommenden Typus./ (RENAUT *97.*)

/Im Kehlkopf der Haussäugetiere kommt mehrschichtiges Plattenepithel in Betracht, ferner einfaches und flimmerndes Zylinderepithel in ebenfalls geschichteter Anordnung./ (BUROW *02.*)

Genauere weitere Angaben über den feineren Bau des Epithels im Kehlkopf der Säugetiere finden sich unten bei Besprechung der verschiedenen Vertreter dieser Gruppe.

Regeneration des Kehlkopfepithels: /GRIFFINI (Kehlkopf und Luftröhre von Hund und Kaninchen) sieht bei der Reproduktion des zylindrischen Flimmerepithels folgende Formen nach und nach auftreten und ineinander übergehen: einfaches Pflasterepithel, einfaches flimmerndes Pflasterepithel, geschichtetes flimmerndes Pflasterepithel, geschichtetes flimmerndes Zylinderepithel./ (GRIFFINI *75*, nach dem Referat von BIZZOZERO in SCHWALBES Jahresber., Bd. V, p. 59f.)

/ SIMANOWSKY untersuchte den Kehlkopf des Kaninchens und findet: Unter normalen Verhältnissen regeneriert sich das Epithel der wahren Stimmbänder durch Teilung seiner Zellen, namentlich der der tiefsten Schicht und zwar auf dem Wege der Karyokinese; wenn die letztere unter diesen Verhältnissen nur in sehr geringer Anzahl zur Beobachtung gelangt, so weist dieses darauf hin, daß der Regenerationsprozeß des Epithels in der Norm nur ein langsamer ist. Reizungen und künstlich hervorgerufene Entzündungen der Stimmbänder sind von außerordentlich stark ausgesprochenen Erscheinungen der Karyokinese begleitet. Diese Erscheinungen spielen sich nicht nur an den unmittelbar gereizten Stellen, sondern auch in den tiefer gelegenen Geweben, ja selbst in den angrenzenden, von dem Reize nicht direkt getroffenen Partien ab (Epiglottis). / (SIMANOWSKY *83 b.*)

/ Der Papillarkörper fehlt beim Hunde im Kehlkopf, wird durch Schleimhautfalten vorgetäuscht, kommt jedoch an der oralen Kehldeckelfläche vor, er ist beim Schaf und Rind schwach ausgebildet, relativ deutlich an den Seitenwänden, beim Schwein nur am Spalt in der Stimmfalte ausgesprochen nachweisbar, beim Pferd an der oralen und aboralen Kehldeckelfläche, an der Plica ary-epiglottica und der dorsalen Fläche der Gießkannenknorpel vorhanden, sonst nirgends direkt ausgebildet. / (BUROW *02.*)

Über die **Verbreitung** der beiden Epithelsorten (geschichtetes Pflasterepithel und Zylinderepithel) im Kehlkopf der Säugetiere liegen von verschiedenen Autoren Angaben vor, welche unten bei Besprechung der einzelnen Tiergruppen eingereiht sind, so z. B. von:

RHEINER *52a* (Hund, Kaninchen, Katze, Kalb, Schaf, Mensch).

DAVIS *77* (Schwein und Kalb).

SUSSDORF in ELLENBERGER *84* (Haussäugetiere).

R. HEYMANN *89* (Mensch).

BUROW *02* (Haussäugetiere).

OPPEL *05* (Monotremen und Marsupialier, Manis javanica. Lepus cuniculus, Canis familiaris, Canis vulpes, Meles taxus, Vespertilio murinus).

/ Beim Rinde zeigt nach FÜRSTENBERG eigentlich die ganze obere Hälfte bis zur Rima glottidis hin geschichtetes Pflasterepithel; auch beim Pferde und Schafe kann ein solches, bei ersterem freilich mit vielfachen Übergängen in das geschichtet zylindrische, Becherzellen aufweisende Epithelium fast in dieser ganzen oberen Hälfte des Organes nachgewiesen werden. In der Morgagnischen Tasche ist dagegen wie in der unteren Kehlkopfhälfte das geschichtet-zylindrische Flimmerepithel das gewöhnliche. / (SUSSDORF in ELLENBERGER *84.*)

/ Die Grenze zwischen Platten- und Zylinderepithel ist bei den Haussäugetieren mehr oder weniger scharf ausgeprägt. Im vorderen Bereiche des Organes, also auch in den seitlichen Kehlkopftaschen, bis ungefähr an den aboralen Rand der wahren Stimmfalte ist bei allen untersuchten Haussäugetieren Plattenepithel, aboral von der Grenzlinie flimmerndes Zylinderepithel vorhanden. Zuweilen ist eine ganz schmale Lage einfachen Zylinderepithels eingeschoben. (Spezielle Angaben siehe unten bei Besprechung der einzelnen Tiergruppen.)

An der Umschlagstelle der die Kehlkopfhöhle auskleidenden Schleimhaut in die Schleimhaut der Rachenhöhle und des Pharynx tritt bei den Haussäugetieren plötzlich eine Verhornung der oberflächlich liegenden Epithelzellen auf. / (BUROW *02.*)

Zur vergleichenden Betrachtung der räumlichen Verteilung der beiden Epithelarten des Säugerkehlkopfes gebe ich unten bei Besprechung des Kehlkopfes der einzelnen Säugetiere die von mir (Oppel *05*) angefertigten Rekonstruktionsfiguren (von Monotremen und Marsupialiern und einigen Vertretern aus den höheren Säugetiergruppen) wieder. In diesen Rekonstruktionsfiguren ist der Verbreitungsbezirk des geschichteten Pflasterepithels in schwarz dargestellt, während der übrige von flimmerndem Zylinderepithel ausgekleidete Teil des Kehlkopfes hell belassen ist. Beim Vergleich jener Figuren sehen wir, daß sich hinsichtlich der Verbreitung des geschichteten Pflasterepithels im Kehlkopf bei den verschiedenen Tieren recht verschiedene Bilder bieten. Bald reicht dasselbe im Kehlkopf tiefer nach abwärts, bald weniger weit, letzteres z. B. bei Vespertilio murinus (siehe dort die Rekonstruktionsfigur). Bald zeigt es die Form einer schmäleren (Phalangista) oder breiteren (Aepyprymnus rufescens und Phascolarctus cinereus) Zunge, bald kleidet es den Kehlkopf in seiner ganzen Breite aus. So verschieden aber diese Bilder sein mögen, sie zeigen alle das Gemeinschaftliche, daß überall das geschichtete Pflasterepithel den Aditus laryngis umfaßt, hier eine direkte Fortsetzung des Schlundepithels bildend. Es handelt sich im Kehlkopf weit seltener, als man bisher nach den allein genauer bekannten Befunden beim Menschen denken mochte, um ein Auftreten von Inseln. Vereinzelt kommt letzteres freilich vor z. B. bei Meles taxus (siehe dort), allein es bildet die Minderzahl. Die Regel dagegen ist, daß das geschichtete Pflasterepithel des Kehlkopfes die unmittelbare Fortsetzung des Schlundepithels (Ösophagus) darstellt. Im allgemeinen reicht das geschichtete Pflasterepithel auf den beiden Seitenflächen des Kehlkopfes bis über den Bereich der Stimmbänder nach abwärts, um mit dem unteren Stimmbandrand mehr oder minder scharf aufzuhören. Selbst bei denjenigen der von mir untersuchten Tiere, bei denen die Stimmbänder sich in Rückbildung befinden (Marsupialia), oder bei denen wir annehmen müssen, daß sie bereits rückgebildet oder noch nicht entwickelt sind (Monotremen und Manis), greift das geschichtete Pflasterepithel im Kehlkopf in jene Gegend nach abwärts, in der wir das Vorkommen von Stimmbändern erwarten müßten, wenn solche vorhanden wären. Mit diesen Befunden ist eine Basis geschaffen, auf der später wird untersucht werden können, ob das geschichtete Pflasterepithel im Kehlkopf in loco entstanden ist, oder ob es vom Schlundepithel her eingewachsen ist. Die heute lebenden Säugetiere haben jedenfalls den vom Schlund her in den Kehlkopf hinein sich erstreckenden derben Epithelbelag bereits von Vorfahren überkommen, welche sie vielleicht mit den Reptilien gemeinsam hatten. Für die Modifikationen, welche dieser derbe Epithelbelag bei den Säugetieren eingehen kann, geben uns die Marsupialier interessante Belege. Unten bei Besprechung des Kehlkopfes von Aepyprymnus rufescens habe ich in der Rekonstruktionsfigur die Verhältnisse bei einem jener Beuteltiere dargestellt, deren Stimmband verhältnismäßig wenig rückgebildet ist. Aber selbst hier sehen wir an der ventralen Kehlkopfwand eine Rinne von flimmerndem Zylinderepithel, welche im Bereich des Stimmbandes zwar eingeengt, aber nicht unterbrochen ist. Eine Andeutung dieser Verhältnisse ist bereits bei Echidna gegeben. Immerhin sind die beiden lateralen Lappen des geschichteten Pflasterepithels bei Aepyprymnus rufescens noch gut erhalten und breit, wie ich dies für die Säugetiere als typisch dargestellt habe. Bei Phalangista (Trichosurus vulpecula) dagegen sehen wir jederseits lateral nur einen ganz schmalen, langgestreckten Lappen derben Epithels

im Kehlkopf nach abwärts ziehen. Bei letzterem Beuteltier sind die Stimmbänder bis auf unbedeutende Reste rückgebildet, dagegen ist hier neu in die Erscheinung getreten eine sich in den Schildknorpel hinein einstülpende umfangreiche, von der Fortsetzung der Kehlkopfschleimhaut ausgekleidete Höhle. Entsprechend der derben Epithelzunge springt hier beiderseits der Arytaenoidknorpel ins Kehlkopflumen vor. Dieses Verhalten erinnert an Befunde, wie sie vor Jahren von HAYCRAFT und CARLIER in der Trachea einiger Karnivoren (siehe dort) gemacht wurden. Letzteres führe ich nur an, um auch dem Gedanken Raum zu lassen, daß es sich bei Phalangista nicht durchaus um eine Längsstreckung der breiten Zunge derben Epithels (wie wir sie bei Aepyprymnus rufescens sehen) handeln muß. Vielmehr kann es sich bei diesen Epitheländerungen wohl gerade so gut (wie dies in der Trachea möglich ist) um Rückbildung und Neubildung in loco handeln. Eine Mittelstellung zwischen Aepyprymnus und Phalangista zeigt Phascolarctus cinereus. Hier ist das Stimmband rückgebildet, eine Schildknorpelhöhle ist aber nicht vorhanden. Dem entspricht eine mäßig breite Zunge derben Epithels. Dieselbe läuft nach unten in einen Fortsatz aus, der ähnlich dem bei Aepyprymnus abgebildeten, aber beträchtlich kürzer ist. Dieser kleinen Zunge entsprechend, konnte ich nun auch bei Phascolarctus cinereus einen Rest wenigstens des Einganges zu jener unpaaren Höhle im Schildknorpel nachweisen, die bei Phalangista so hochentwickelt ist, wie dies unten bei der Einzelbesprechung weiter zur Darstellung kommen wird. Übrigens ist diese Zweiteilung des Kehlkopflumens durch die vorspringende ventrale Arytaenoidkante in geringem Maße auf eine kurze Strecke bereits bei Monotremen angedeutet.

Wenn wir weitere, von mir nicht im Bilde dargestellte Vertreter der Säugetiere ins Auge fassen, so finden im Verhalten des Epithels noch die mannigfachsten Modifikationen statt, z. B. im Zusammenhang mit der Ausbildung des Morgagnischen Ventrikels. Vielfach sehen wir bei den höchsten Formen ein Zurücktreten des geschichteten Epithels. Auch läßt sich dort bisweilen beobachten, daß der auf die laryngeale Fläche der Epiglottis übergreifende Beleg von geschichtetem Pflasterepithel getrennt bleibt von den beiden lateralen ins Kehlkopfinnere hineingreifenden Bezirken geschichteten Pflasterepithels; ein Verhalten, das sich hier und da auch bei den niederen Säugetieren (vergl. z. B. Phalangista) zeigt. Da nun der untersuchte Phalangista-Kehlkopf einem jungen Tiere entstammt und da ferner bei einem Beutelfötus von Dasyurus hallucatus auf der laryngealen Epiglottisfläche geschichtetes Pflasterepithel noch ganz fehlt, so wäre daran zu denken, daß möglicherweise dieser mediane Bezirk geschichteten Pflasterepithels unabhängig von den beiden lateralen Bezirken entsteht. Allerdings warnen die sekundären Veränderungen am Kehlkopfeingang der Marsupialierembryonen (Röhrenbildung) davor, auf jenen Befund zu viel Wert zu legen. Andererseits schließen aber auch die Befunde bei Echidna, wo dann bereits eine Verschmelzung eingetreten wäre, die Annahme eines Einwachsens von drei Punkten her nicht aus. Für die eigenartige, erst spät in der Phylogenie erfolgende Entstehung der Epiglottis scheint dieses Verhalten des Epithels (eigener Epiglottisepithellappen) von besonderer Bedeutung.

Jedenfalls weisen die Befunde bei niederen Säugetieren darauf hin, daß jener Zusammenhang des im Kehlkopf vorkommenden geschichteten Pflasterepithelbezirkes mit dem Oesophagusepithel ein ursprüngliches Verhalten darstellt. Befunde bei höheren Wirbeltieren und beim Menschen

ließen früher daran denken, daß es in erster Linie das Stimmband sei, über dem sich geschichtetes Pflasterepithel gebildet habe, und daß dieses geschichtete Pflasterepithel in keinerlei Beziehung zum Schlund(Oesophagus)epithel stehe. Neuerdings wurde jedoch der Nachweis erbracht (siehe unten), daß selbst beim Menschen das derbe Epithel des Stimmbandes mit dem des Oesophagus durch eine Brücke verbunden ist. Daß also auch hier dieser Zusammenhang gewahrt ist, unterstützt aufs kräftigste meine Ansicht, daß man in diesem Zusammenhang ein ursprüngliches Verhalten zu sehen hat.

Nach den Ergebnissen der Autoren sowie auf Grund meiner eigenen Untersuchungen und meiner unten bei Besprechung des Kehlkopfes der einzelnen Säugetiere wiedergegebenen Rekonstruktionsfiguren (nach Serienschnitten) kann ich also behaupten, daß bei Säugetieren allgemein und ursprünglich das geschichtete Pflasterepithel vom Kehlkopfeingang her in den Kehlkopf hineindringt, in demselben mehr oder weniger weit nach abwärts reicht und meist aufhört, nachdem es das Stimmband überkleidet hat. Das den Rest des Kehlkopfes und weiterhin die Trachea auskleidende Zylinderepithel erhält sich am meisten im ventralen Kehlkopfteil, wo es unter Umständen auch in den über dem Stimmband gelegenen Partien des Kehlkopfes beträchtliche räumliche Verbreitung zeigt.

Drüsen der Larynxschleimhaut.

Die Drüsen der Larynxschleimhaut der Säugetiere gehören zum gemischten Typus. Dieselben enthalten also in ihren Endstücken Schleimzellen und seröse Zellen in verschiedener Anordnung. Dies wurde zuerst in der Trachea (siehe unten) von TARCHETTI *75* (Mitteilung vom Dezember 1874) erkannt, dann auch für den Kehlkopf durch KLEIN *79*. Das Vorkommen von Giannuzzischen Halbmonden in den Laryngo-trachealdrüsen des Hundes beobachtete bereits BOLDYREW *71b*. An größerem Material erbrachten dann für die Tracheo-bronchialschleimhaut FRANKENHÄUSER *79* und für die Laryngo-trachealschleimhaut Frau FUCHS-WOLFRING *98*, letztere mit den Hilfsmitteln der modernen Technik, die endgültige Beweisführung. Endlich wurde von mir (OPPEL *05*) nachgewiesen, daß auch schon bei den von mir untersuchten niedersten Säugetieren (Monotremen und Marsupialier) die Kehlkopfdrüsen dem gemischten Typus angehören.

Hier sollen zunächst einige besonders auf die Drüsen der Larynxschleimhaut und auch der Laryngo-trachealschleimhaut bezügliche Beobachtungen mitgeteilt werden, während dann unten bei Besprechung der Drüsen der Tracheo-bronchialschleimhaut auch einige ältere Angaben (nach der historischen Übersicht von FRANKENHÄUSER) eingereiht sind.

/ Die Alveolen der Laryngo-trachealdrüsen (Mensch, Hund, Katze, Schwein, Kaninchen, Ochse) sind breiter als die Ausführungsgänge und dünnwandig. Sie sind von hellen, großen Zellen ausgekleidet, welche, von der Oberfläche des Alveolus betrachtet, eine schöne Mosaik darstellen. Sie sind einschichtig und lassen ein verhältnißmäßig kleines, aber scharf hervortretendes Lumen zwischen sich übrig. An den Alveolen des Hundes waren Giannuzzische Halbmonde deutlich. Die Alveolen der Laryngeal- und Trachealdrüsen erscheinen lang gestreckt, in Form von bald mehr, bald weniger in die Länge entwickelten Schläuchen. Diese schlauchförmigen Alveolen zeigen auch dichotomische Teilungen. / (BOLDYREW *71b*.)

/ KLEIN hat bei Mensch und Haustieren die Drüsen von Larynx und Trachea untersucht. In der Epiglottis des Hundes findet er Drüsen mit wohlentwickelten Schleimzellen; außerdem finden sich Schläuche, welche Halbmonde von gekörnten Zellen aufweisen, und endlich in Verbindung mit diesen finden sich Alveolen, welche in größerer Ausdehnung oder ganz aus gekörnten Zellen bestehen.

In den Drüsen des menschlichen Larynx, der menschlichen Trachea und besonders der Epiglottis findet KLEIN, daß in demselben Alveolus gekörnte Zellen und Schleimzellen nebeneinander gewöhnlich vorkommen (mit TARCHETTI). Die gekörnten Zellen zeigen an der Oberfläche (wie auch KLEINS Abbildung darstellt) einen gestreiften Rand, welcher nach KLEIN dnrch die Fibrillen der Zellsubstanz bedingt ist. / (KLEIN *79*.)

/ In den Drüsen der Epiglottis und des Larynx wurden neben den Schleimzellen Randzellenkomplexe beschrieben von HEIDENHAIN, TARCHETTI und KLEIN. / (KLEIN and SMITH *80*.)

/ R. HEIDENHAIN *80* (p. 15) zählt die Drüsen des Kehlkopfes und der Trachea zu den Schleimdrüsen, fügt jedoch die Bemerkung hinzu, daß es doch noch genauerer Untersuchung bedürfe, ob in diesen Arten nicht auch seröse Drüsen vorkommen. / (FUCHS-WOLFRING *98*.)

/ Die Kehlkopfdrüsen gehören nur zum geringeren Teile den serösen oder Eiweißdrüsen an, während die Mehrzahl derselben, insbesondere die größeren Drüsenpackete, gemischte Drüsen darstellen. / (SUSSDORF in ELLENBERGER *84*.)

/ KLEIN (übersetzt von KOLLMANN) findet in den Kehlkopfdrüsen Alveolen mit Schleimzellen, ferner Alveolen mit albuminösen Zellen und Alveolen, welche beide Arten besitzen. / (KLEIN *86*, p. 261.)

/ TOLDT *88* findet im Kehlkopf Drüsen, welche zum Teil den Bau seröser Drüsen haben.

R. HEYMANN *89* und KANTHACK *90* finden nur Schleimdrüsen im Larynx. / (FUCHS-WOLFRING *98*.)

/ Nach RAWITZ sind die Drüsen der Kehlkopfschleimhaut und der Trachea Schleimdrüsen. / (RAWITZ *94*.)

/ Der Schleim wird von Becherzellen geliefert oder, bei den Säugetieren, anfangs (Larynx) zugleich durch gemischte Drüsen, nämlich differenzierte mucipare und teilweise aquipare Drüsen. / (RENAUT *97*.)

/ Man hat also in den Drüsen des Respirationstraktus Schläuche mit protoplasmatischen Zellen neben solchen mit Schleimzellen konstatiert. Ob es sich dabei jedoch um gemischte Drüsen mit Schleim und serösen Zellen handelt, oder um reine Schleimdrüsen mit in verschiedenen Funktionszuständen befindlichen Drüsenzellen, bezw. Drüsenabschnitten, wie es SCHIEFFERDECKER *96b* für die Drüsen der Nasenschleimhaut annimmt, darüber war man sich im unklaren.

Frau FUCHS-WOLFRING untersuchte den feineren Bau der Drüsen des Kehlkopfes und der Luftröhre bei Ratte, Kaninchen, Meerschweinchen, Katze, Hund und Mensch. Überall weisen die Drüsen, sowohl des Kehlkopfes wie auch der Trachea zwei deutlich verschiedene Typen von Schläuchen auf, Schleimdrüsenschläuche und Eiweißdrüsenschläuche in der verschiedenartigsten Verteilung. Bald liegen die Schleim- und serösen Drüsenschläuche ganz abgesondert voneinander, indem man ganze Lobuli des einen oder des anderen Typus findet, bald sieht man in einem und demselben Lobulus beiderlei Schlaucharten, wobei entweder die Zahl der einen oder der anderen überwiegt. Endlich finden sich die schleim- und

protoplasmahaltigen Zellen in einem und demselben Schlauche beisammen in verschiedenster Art vergesellschaftet.

Die Drüsen des Kehlkopfes und der Luftröhre sind demnach gemischte Drüsen, was, außer durch verschiedene andere Merkmale, vor allem durch das Vorhandensein von Sekretkapillaren in den serösen und das Fehlen derselben in den Schleim absondernden Drüsenschläuchen nachgewiesen wird. An diesen Drüsen ließen sich die verschiedenen Funktionszustände der Schleim absondernden Zellen oft schon an einem und demselben Drüsenschlauch leicht verfolgen, indem sich Zellen in allen Stadien, vom rein schleimhaltigen angefangen bis zum rein protoplasmatischen fanden. Die serösen Drüsenschläuche ergießen ihr Sekret zum größten Teil in die Schleimgänge, nur die Präparate vom Kaninchen lassen vermuten, daß bei diesem Tiere seröse Drüsen mit eigenen Ausführgängen vorkommen. Bei allen untersuchten Objekten fanden sich neben selbständigen serösen Drüsenalveolen auch Randzellenkomplexe (Giannuzzische Halbmonde) von serösen Zellen, an denen ebenfalls Sekretkapillaren nachzuweisen sind. An Präparaten von pilokarpinisierten Tieren boten sämtliche Drüsen ein Bild starker Erschöpfung: die Drüsenzellen erscheinen niedrig, protoplasmatisch, die Lumina weit. Die Schleimgänge bei der Katze und die Sekretkapillaren beim Kaninchen sind enorm erweitert. Das Bindegewebe ist von zahlreichen Lymphkörperchen durchsetzt. / (FUCHS-WOLFRING *98*.)

Nachträglich setzt Frau FUCHS-WOLFRING *99* ihre Funde zu den Untersuchungen FRANKENHÄUSERS in Beziehung, welcher ebenfalls das Vorhandensein von zweierlei Drüsentypen in der Trachea (siehe unten) konstatiert hatte. Daß es sich dabei um gemischte Drüsen handelt, wurde durch den von Frau FUCHS-WOLFRING erbrachten Nachweis des Vorhandenseins von Sekretkapillaren festgestellt.

/ Im Kehlkopf finden sich (Säugetiere und Mensch) Schleimdrüsen, welche im wesentlichen eine Fortsetzung der Pharynxdrüsen bilden. Beim Menschen bieten nicht nur die Drüsen im Eingang des Kehlkopfes, sondern auch unterhalb desselben, sowie in der Trachea und deren weiteren Verzweigungen wesentliche Übereinstimmung mit den Schleimdrüsen des Schlundes. Dasselbe Verhalten zeigten auch die Drüsen in Kehlkopf und Luftröhre bei einem Rinde, einem Schweine und mehreren größeren Hunden. Bei kleineren Tieren (Katze, Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte, Maus) endigen dagegen die Schleimdrüsen im Morgagnischen Ventrikel; zwischen der Anheftungsstelle der Stimmbänder am Schildknorpel und unterhalb derselben fand HOYER nur Drüsen mit schleimfreien Zellen. Ihre Schläuche unterscheiden sich aber wesentlich von den der serösen Zungen- und Speicheldrüsen durch ein relativ sehr weites Lumen und niedrigere (mehr kubische) Gestalt der Zellen. Auch beim Menschen und bei größeren Säugern macht sich in den schleimsezernierenden Drüsen der Atemwege ein weites Lumen und niedrige Zellform der Schläuche bemerkbar. HOYER ist überzeugt, daß die scheinbar serösen Drüsen auch Schleim sezernieren und alsdann auch schleimhaltige Zellen aufweisen können. Bei einer Katze fand er z. B. zahlreiche Schleimzellen zwischen die serösen Drüsenzellen im unteren Teile des Kehlkopfes eingestreut, entsprechend den Becherzellen im Epithel an der Innenfläche desselben Kehlkopfes; in einem anderen Falle fand er nur einzelne Schleimzellen und in allen übrigen Fällen nur schleimfreie Drüsen. / (H. HOYER *90*.)

/ Aus den Angaben, besonders auch der Figurenerklärung von Kolossow geht hervor, daß er die Trachealdrüsen der Katze für einfache Schleimdrüsen ansieht. Die nicht schleimhaltigen Zellen erklärt er für sekretfreie Zellen. / (Kolossow *98*.)

/ Zimmermann rechnet die Drüsen der Epiglottis und der Trachea des Menschen unter die zugleich Speichel und Schleim absondernden Drüsen („Schleimspeicheldrüsen"), indem er die in diesen Drüsen vorkommenden Randzellen als Zellen sui generis erkennt, welche nur seröses Sekret und nie Schleim liefern. / (K. W. Zimmermann *98*.)

/ Die Drüsen der Kehlkopfschleimhaut gehören bei den Haussäugetieren zum Teil den serösen, zum Teil den Schleimdrüsen an. Ihre Gänge sind von Muskelzellen umscheidet. / (Ellenberger und Günther *01*.)

/ Obwohl der Erhaltungszustand meines Materials für eine eindeutige Erkenntnis zum Teil kein günstiger war, so ließ sich doch wahrnehmen, daß die Kehlkopfdrüsenzelle schon bei Monotremen, deutlicher war dies bei einigen Marsupialiern und bei Manis javanica der Fall, kleiner ist als die Zelle einer schleimhaltigen Zungendrüse. Auch liegt der Kern der Kehlkopfdrüsenzelle mehr in der Mitte der Zelle (nicht basal), ist rundlich (nicht plattgedrückt), und der mehr oder weniger gekörnte (Fixierungsmittel?) Zellinhalt läßt sich mit verschiedenen nicht schleimfärbenden Farben tingieren. Daraus ergibt sich, daß diese Kehlkopfdrüsenzellen dem serösen Typus nahestehen. Neben solchen Zellen ließen sich in einzelnen besser erhaltenen Präparaten (z. B. bei Echidna, Phalangista und Manis) auch zahlreiche Zellen vom Typus der Schleimzellen (und ganze Drüsenschläuche solcher) erkennen, so daß also schon bei den niedersten Säugetieren, den Monotremen, Marsupialiern und Edentaten, wie es bei den höheren Säugetieren allgemein der Fall zu sein scheint, die Kehlkopfdrüsen dem gemischten Typus angehören. / (Oppel *05*.)

Die im vorausgehenden mitgeteilten Angaben zahlreicher genauer Untersucher müssen uns also zu der Ansicht führen, und die unten bei Besprechung der Schleimhaut der Atmungswege der einzelnen Säugetiere weiter folgenden Beobachtungen und mitgeteilten Abbildungen werden dies bestätigen, daß die Drüsen der Schleimhaut des Larynx und der sich an diesen anschließenden Atemwege, wie an der Spitze dieses Kapitels behauptet wurde, dem gemischten Typus angehören.

Form der Drüsenendstücke: / Die Schleimdrüsen des Kehlkopfes und der Luftröhre haben bei Säugern eine traubige Form. / (Leydig *57*.)

/ Die acinösen Drüsen der großen Luftwege bei Mensch, Hund, Katze, Schwein, Kaninchen, Ochse bestehen aus Ausführgängen und Alveolen. Es müssen diese Drüsen, wie Boldyrew hervorhebt, „nicht zu den acinösen Drüsen, sondern vielmehr zu den tubulösen Drüsen gezählt werden". Da aber Pflüger die Speicheldrüsen, auch wenn sie zylindrische Alveolen besitzen, acinös nennt und da die Laryngeal- und Trachealdrüsen mit den Speicheldrüsen sehr wesentlich übereinstimmen, will Boldyrew auch die Laryngeal- und Trachealdrüsen acinös nennen. Doch kommt er zu dem Schlußsatz: „Es dürfte sich mehr empfehlen, die Drüsen zu beschreiben, wie sie sind, und althergebrachte Begriffe, die nunmehr nur noch auf ein nirgends realisiertes Schema zu beziehen sind, gänzlich fallen zu lassen." / (Boldyrew *71 b*.)

/ Die Drüsen, welche besonders am Eingange des Kehlkopfes in reichlicher Menge angetroffen werden, sind zusammengesetzt traubiger Natur, nur die kleineren derselben scheinen mehr den Charakter der tubulo-acinösen Drüsen zu tragen. / (Sussdorf in Ellenberger *84*.)

/ Die Kehlkopfdrüsen sind bei den Haussäugetieren aufgeknäuelte tubulöse Drüsen. / (BUROW *02.*)

Interzellularbrücken und muskulöse Epithelzellen: / KOLOSSOW beschreibt Interzellularbrücken in den einfachen Schleimdrüsen der Luftwege der Säugetiere (siehe **Taf. I, Fig. 5—7**). Ebenda findet er konstante Elemente, welche ohne Zweifel den von BOLL und anderen beschriebenen Bindegewebszellen (sog. Korbzellen) der Membrana propria entsprechen, jedoch keineswegs solche darstellen, sondern den bekannten, von KÖLLIKER entdeckten muskulösen Elementen der Schweißdrüsen gleichbedeutend sind. Sie geben in den Drüsen der Luftwege jedoch den letzteren nicht eigentümliche Seitenfortsätze ab, durch welche sie miteinander zu anastomosieren scheinen (**Taf. I, Fig. 7**). Sie sind hier hauptsächlich (aber nicht ausschließlich) der Länge der Drüsentubuli nach angeordnet, eine Schicht an der inneren Fläche der Membrana propria, d. h. zwischen dieser und den basalen Flächen der sezernierenden Elemente bildend. Sie liegen jedoch nicht direkt aneinander, sondern sind durch enge Zwischenräume getrennt, in welchen die an die Membrana propria befestigten Basalfortsätze der sezernierenden Elemente Platz finden (**Taf. I, Fig. 7**). An den Stellen der Befestigung dieser Fortsätze ist die Membrana propria (mit der umgebenden Bindegewebsschicht) gewöhnlich etwas eingezogen, so daß der Umriß des Drüsentubulus auf dem Querschnitte schwach wellenförmig erscheint.

Wie dies KÖLLIKER auch für die anderen Drüsen festgestellt hat, sind diese Elemente epithelialer Herkunft.

In den Luftwegen kann man diese Elemente als unmittelbare Fortsetzung der basalen Zellen des Flimmerdeckepithels verfolgen: auf den Drüsenhals und ferner auf die Drüse selbst übergehend, verändern diese Zellen allmählich ihre rundliche Form in eine langausgezogene und bilden sich in muskulöse Epithelzellen um (**Taf. I, Fig. 5**). Diese letzteren sind mit den sezernierenden Elementen durch Interzellularbrücken verbunden. / (KOLOSSOW *98.*)

Drüsenausführgänge: / Die Ausführgänge der Drüsen des Kehlkopfes und der Trachea haben beim Menschen immer einschichtiges, beim Hunde häufig zwei- oder dreischichtiges Epithel.

Selten am Epiglottiswulst, aber sehr häufig an der unteren Fläche des falschen Stimmbandes zeigen die Drüsenausführgänge bei Hund, Katze, Kaninchen, Schaf Flimmerepithel (E. KLEIN, Wien. Akad. 1868). An der erstgenannten Stelle besitzt die Schleimhaut noch nicht Flimmerepithel. / (VERSON *68.*)

/ Die Ausführgänge der Laryngo-trachealdrüsen erscheinen (bei Mensch, Hund, Katze, Schwein, Kaninchen, Ochse) als dickwandige, mit Zylinderepithel ausgekleidete, dichotomisch geteilte Röhren. / (BOLDYREW *71 b.*)

/ Die Ausführgänge der Kehlkopfdrüsen werden von einer, von longitudinal und auch zirkulär verlaufenden Muskelzellen umscheideten, feinen, homogenen Membran gebildet, der innen ein kubisches bis kegelförmiges, bei größerem Umfange zweifach geschichtetes Epithel anliegt. / (SUSSDORF in ELLENBERGER *84.*)

/ Die Ausführgänge der Drüsen des Kehlkopfes und der Trachea (Mensch und Säuger) sind nahe der Mündung an der Oberfläche mit hohem Flimmerepithel bekleidet, an dessen Stelle in größerer oder geringerer Entfernung ein zweischichtiges, mehr oder weniger hohes Epithel

tritt, welches immer niedriger wird, so daß seine Zellen endlich kubisch aussehen. / (FUCHS-WOLFRING *98.*)

Anordnung der Drüsen im Kehlkopf: Über die Anordnung der Drüsen im Kehlkopf liegen Einzelangaben für zahlreiche Säugetiere und den Menschen (siehe unten die Einzelbesprechung) vor, während allgemeine gültige Aufstellungen fehlen.

/ Ich habe die Anordnung der Drüsen im Kehlkopf der niederen Säugetiere in den Hauptzügen ähnlich gefunden, wie sie bei höheren Säugetieren und beim Menschen von LUSCHKA, KANTHACK, P. HEYMANN und anderen Autoren (siehe unten Kehlkopf, Mensch) angenommen wird. So lassen sich bei den Monotremen Glandulae epiglotticae und beiderseits Glandulae arytaenoideae unterscheiden. Auch die folgenden Drüsengruppen der Monotremen lassen sich als Glandulae aggregatae anteriores und posteriores bezeichnen, wenn auch gerade die letztere Gruppe nicht ganz der Lage nach mit der entsprechenden Gruppe des Menschen übereinstimmt. Diese Drüsenausbildung hängt von den Raumverhältnissen, welche die Schleimhaut im Kehlkopf bietet, ab. Modifikationen treffen wir dann bei den Marsupialiern im Zusammenhang mit Umbildungen des Kehlkopfes. So tritt einmal an Stelle der Gl. arytaenoideae der kavernöse Körper (siehe unten Marsupialier, Kehlkopf) auf. Ferner werden die Glandulae aggregatae anteriores und posteriores (meine Gruppen 3 und 4) durch die Umbildungen im Kehlkopfinneren (Röhre zur Schildknorpelblase) teilweise zum Schwinden gebracht oder wenigstens zersprengt. Die Drüsenanordnung bei Edentaten (Manis javanica) stimmt dann wieder im wesentlichen mit den bei Monotremen und höheren Säugetieren bestehenden überein. Doch bestehen Unterschiede in Einzelheiten. So sitzen die Gl. arytaenoideae bei den Monotremen dem Arytaenoid kappenartig auf der Spitze und der ösophagealen Kante auf, während sie bei Manis diesem Knorpel medial anliegen. Im ganzen genommen, möchte ich nicht ohne weiteres die einzelnen Gruppen der Kehlkopfdrüsen des Menschen und der höheren Säugetiere von denen der Monotremen ableiten, obwohl in der Anordnung vielfach Übereinstimmung besteht, sondern daran festhalten, daß die Kehlkopfschleimhaut zwar in ererbter Weise überall zur Drüsenbildung befähigt ist, trotzdem aber Drüsen bald da, bald dort entstehen läßt, je nachdem die Raumverhältnisse und andere Bedingungen eine Stelle besonders disponieren. / (OPPEL *05.*)

/ Die größten Drüsen im Kehlkopf von Mensch und Katze finden sich an der Basis der Epiglottis und vor den Arytaenoidknorpeln. (FAUVEL *79.*)

/ Drüsen sind im Kehlkopf der Haussäugetiere an besonderen Stellen in größeren Anhäufungen vorhanden. Beim Schwein fand sich eine Zusammenhäufung der Drüsen am wenigsten ausgeprägt.

Größere Drüsenanhäufungen fanden sich bei den Haussäugetieren: an der oralen Kehlkopfdeckelfläche, in der Plica ary-epiglottica, um die Cartilagines corniculatae herum, besonders an der dem Pharynx zugekehrten Fläche, an der ventralen Plattenfläche des Ringknorpels, am Eingang zur seitlichen Kehlkopftasche und an der der Articulatio crico-arytaenoidea entsprechenden Stelle. Weniger zahlreich finden sich Drüsen an der aboralen Kehldeckelfläche, an den medialen Flächen der Gießkannenknorpel, an der Stimmfalte und in der Tiefe der seitlichen Kehlkopftasche. (BUROW *02.*)

Tunica propria.

Die Tunica propria des Kehlkopfes der Säugetiere besteht aus Bindegewebe mit eingelagerten elastischen Fasern. Letztere treten an bestimmten Stellen in größeren Ansammlungen hervor. Einmal macht sich im Kehlkopf nach abwärts gegen die Trachea zu an Stärke zunehmend eine subepitheliale Schicht elastischer Fasern bemerklich. Da dieselbe jedoch in der Trachea selbst ihre größte Mächtigkeit erreicht, wird dieselbe besser im Abschnitt Trachea abgehandelt. Dann aber treten die elastischen Fasern in nahe Beziehungen zu dem die Grundlage des Stützsystems bildenden Skelett. Hören wir darüber KATZENSTEIN *03*.

LAUTH *35*, p. 98 und TOURTUAL *46*, p. 95 haben beschrieben, daß neben den Gelenkverbindungen das Kehlkopfskelett ein Stütz- und Bindemittel erhält durch eine elastische Haut, die als Tela submucosa der Schleimhaut des Cavum laryngis als Unterlage dient. An einzelnen Stellen des Kehlkopfes ist das elastische Gewebe bandartig verdickt, diese in Form von Ligamenten einherziehenden Verfilzungen sind der Conus elasticus, das Ligamentum vocale und das Ligamentum ventriculare. Man hat diese Bänder auch die inneren Bänder des Kehlkopfes genannt und HENLE (Lehrbuch der Anatomie) hat diese Verhältnisse eingehend (makroskopisch) beim Menschen (siehe unten: Bänder des menschlichen Kehlkopfes) beschrieben.

Eine neuere Untersuchung der Anordnung der elastischen Fasern im Kehlkopf des Menschen und verschiedener Säugetiere (Ratte, Katze) wurde von KATZENSTEIN gegeben. Auf die Einzelheiten jener eingehenden Schilderung kann hier nicht eingegangen werden, hervorzuheben aber ist, daß KATZENSTEIN neben der Detailschilderung stets die Beziehungen der verschiedenen Fasern und damit ihre Wirkung als Ganzes im Auge behält, eine Auffassung, für welche bereits von HENLE (allerdings mehr makroskopisch) der Grund gelegt wurde. Auch die vorhandene Literatur über die elastischen Fasern des Kehlkopfes berücksichtigt KATZENSTEIN. Er untersuchte die Anordnung des elastischen Gewebes im Kehlkopfe im allgemeinen, sowie besonders in den Bändern, welche die Kehlkopf- und Luftröhrenknorpel verbinden, namentlich auch auf den Schultern REINKES stehend, in Rücksicht auf die funktionelle Struktur und die Funktion der Stimmlippen. Eine besonders eingehende Schilderung erfahren die elastischen Fasern der sog. inneren Bänder des Kehlkopfes, nämlich des Conus elasticus, des Ligamentum vocale und des Ligamentum ventriculare. Dabei wird auch ein von C. MAYER 1826 und C. GERHARDT 1860 beschriebener, an der Anheftungsstelle der Stimmlippen, an der Cartilago thyreoidea eingeschalteter, auf Horizontalschnitten dreieckiger Knorpel abgehandelt, dessen histologische und funktionelle Struktur für die Bewegung der Stimmlippen von Bedeutung zu sein scheint. Diesen Faserknorpelwulst, der beim Menschen in seiner Form reduziert ist, der in ähnlicher Weise aufgebaut ist, wie der Processus vocalis posterior und der die Funktionen eines Processus vocalis anterior zu erfüllen hat, hält KATZENSTEIN für gerechtfertigt, auch so zu nennen, wie dies GERHARDT schon im Jahre 1860 vorgeschlagen hat. Auch bei den untersuchten Nagetieren und Raubtieren, nämlich der Ratte und der Katze, konstatiert KATZENSTEIN, daß sich in den hyalinen Thyreoidknorpel ein elastisches keilförmiges Knorpelstück einschiebt, das als Processus vocalis anterior wirkt. Mit den durch REINKE begründeten und durch KATZENSTEIN erweiterten Kenntnissen von der funktionellen Struktur der Stimm-

lippe kommt letzterer zu folgenden Resultaten. Die elastische Pars membranacea ist nicht als Sehne des M. thyreo-arytaenoideus internus aufzufassen, sondern als ein den Muskel dachgiebelartig umhüllendes Band, das mit dem M. thyreo-arytaenoideus internus bei der Beanspruchung des Muskels sekundär in Beziehung tritt. — Einen direkten Übergang des elastischen Gewebes in die Muskelfasern am ventralen oder dorsalen Ende des M. thyreo-arytaenoideus internus konnte KATZENSTEIN nie beobachten.

Für das Ligamentum ventriculare geben die elastischen Fasern das Skelett ab und stehen in Beziehung zu der zweifachen Funktion dieses Ligaments. Einmal wird durch die Anspannung des elastischen Gewebes eine Kompression der Drüsen herbeigeführt. Andererseits ist das elastische Gerüst der falschen Stimmlippe und dessen Zusammenhang mit dem der wahren Stimmlippe von Bedeutung für die Stimmbildung./ (KATZENSTEIN *03*.)

Da Stimmband und Taschenband unten eine gesonderte Darstellung erfahren, beschränke ich mich hier auf die wiedergegebene Übersicht KATZENSTEINS unf füge nur noch Angaben von SUSSDORF und BUROW, welche sich auf die Haussäugetiere im speziellen beziehen, bei.

/ Die Bänder des Kehlkopfes bei den Haussäugetieren sind fibrillär-elastischer Struktur, das elastische Gewebe partizipiert (exkl. Kapselbänder) in vorwiegendem Grade an deren Bildung, sie stehen sowohl mit dem submukösen als auch mit dem perilaryngealen Gewebe in direktem Zusammenhang./ (SUSSDORF in ELLENBERGER *84*.)

/ Auch isolierte elastische Fasern sind im Kehlkopf aller untersuchten Haussäugetiere in ziemlich großer Ausbreitung vorhanden und teilweise zu recht bedeutender Stärke entwickelt. Sie tragen zur Verbindung der einzelnen Knorpel untereinander bei, unterstützen die Muskelwirkung und kommen für die Faltenbildungen der Schleimhaut als Grundlage mit in Betracht.

Die Schleimhaut selbst ist im Kehlkopf der Haussäugetiere reich an elastischen Fasern.

Fettgewebe: Bei sämtlichen Kehlköpfen der untersuchten (Pferd, Rind, Hund, Schaf, Ziege, Schwein), zum Teil ganz mageren Tiere fanden sich gleichmäßig prädestinierte Stellen zur Einlagerung von Fettgewebe./ (BUROW *02*.)

Knorpel des Kehlkopfs (und der Luftwege).

Die Kehlkopfknorpel sind von makroskopischer Seite vorzüglich bearbeitet. Ich verweise daher auf LECHE in BRONN *unvoll.*, Bd. VI, 5, 1, GEGENBAUR *01*, GÖPPERT *01*, sowie auf die in diesen Werken erwähnte Literatur. Auch die Phylogenie der Kehlkopfknorpel, von der oben p. 184 ff. bereits die Rede war, wird in diesen Werken erläutert.

/ Arytaenoid, Cricoid und Trachealring der Säugetiere faßt GÖPPERT als Abkömmlinge einer bei niederen Amphibien in ursprünglichster Form erhaltenen einheitlichen, beiderseits dem Luftweg angeschlossenen Cartilago lateralis auf, deren von GEGENBAUR von dem 5. Kiemen-(7. Visceral-) bogenpaar angenommene Herkunft GÖPPERT bestätigt findet. Bei Betrachtung des fertigen Zustandes und der Entwicklung des primären Laryngo-trachealskelettes der Monotremen findet GÖPPERT in mehrfacher Weise die Zusammengehörigkeit aller seiner Teile bezeugt. Dazu gehört der bei Echidna besonders hervortretende Mangel einer scharfen Abgrenzung des Cricoids gegen die Trachealringe, ferner die Kontinuität der Anlage der Arytaenoide mit der der seitlichen Teile des Cricoids.

die auch durch KALLIUS bei menschlichen Embryonen erwiesen und in demselben Sinne aufgefaßt wurde. Endlich ist hierher die vielfach sich zeigende Verbindung zwischen den dorsalen Enden der fertigen und der in Entwicklung begriffenen Trachealringe zu rechnen. Alle derartigen Zusammenhänge zwischen den Bestandteilen des Laryngo-trachealskeletts liegen seitlich vom Luftweg und lassen die Lage der Cartilago lateralis, der sie entstammen, noch feststellen. — An den Arytaenoiden der Monotremen und ebenso der Marsupialier (Symington) ist besonders die Verbindung zu beachten, die beide dorsal in der Medianebene miteinander eingehen. Bei Echidnaembryonen hängen beide kontinuierlich zusammen, was darauf hindeutet, daß bei den Vorfahren der Monotremen die Arytaenoide bezw. Partes arytaenoideae der Cartilagines laterales miteinander in kontinuierlichem Zusammenhang standen. Das Gleiche müßte dann für die Marsupialier gelten. Dieser Zusammenhang macht auch das Auftreten der Procricoide verständlich.

Die Entwicklung der Cartilago thyreoidea hat GÖPPERT an jungen Echidnaembryonen untersucht und findet, daß sowohl der erste wie der zweite Bestandteil des Thyreoids auch in der Anlage sich als Kiemenbogen und zwar als Skelettstücke des 4. und 5. Visceralbogens erkennen lassen, wodurch die von DUBOIS begründete Lehre (Zurückführung des Thyreoids auf zwei Visceralbogen ihre Bestätigung findet, wie auch schon HIS das Material des 4., KALLIUS das des 4. und 5. Visceralbogens des Embryo der Anlage des Thyreoids der höheren Formen zuwies. / (GÖPPERT *01*.)

Der feinere Bau der Kehlkopfknorpel hat gleichfalls einige Bearbeiter gefunden. Auch in Arbeiten, welche nicht dem Kehlkopfknorpel im speziellen, sondern dem Bau des Knorpels im allgemeinen gewidmet sind, haben Kehlkopfknorpel öfters als gelegentliches Untersuchungsobjekt gedient. Um sich hiervon ein vollständiges Bild zu machen, müßte man die gesamte Literatur über Knorpel durcharbeiten, doch konnte ich mir aus dieser Literatur neben den unten bei den einzelnen Säugetieren eingereihten Angaben folgende Notizen zusammenstellen:

DUVAL *97* bildet in seiner Fig. 195 den Epiglottisknorpel vom Rinde ab.

FR. C. C. HANSEN *99* (p. 427) untersuchte den Laryngeal-trachealknorpel von Hund, Kalb, Ochse, Pferd, Schwein, Schaf, Mensch.

FR. C. C. HANSEN *00* macht Angaben über die feinere Struktur der Kehlkopfknorpel.

Angaben über den Bau der Kehlkopfknorpel siehe auch bei C. HEITZMANN *83*, p. 193 ff., besonders p. 214 (nach L. ELSBERG) ff.

MÖRNER *89*: Trachealknorpel des Rindes.

RANVIER *89*, p. 329 ff., Epiglottis und Cartilago arytaenoidea vom Hund.

SCHIEFFERDECKER (in BEHRENS, KOSSEL und SCHIEFFERDECKER *91*): Kehlkopfknorpel des Menschen, Kalb. (Abbildungen vom Menschen, Kalb. Wiedergabe der WOLTERSschen Abbildungen.)

B. SOLGER *88*: Trachealknorpel von Säugetieren.

SPINA *86*: Arytaenoidknorpel vom Pferde.

WOLTERS *91*: Kehlkopfknorpel von Rind, Kalb, Mensch. (Abbildungen vom Menschen.)

Vergleiche ferner die weitere Literatur in den Verzeichnissen von WOLTERS *91*, BUDGE *77*, BUDGE *79*, SCHIEFFERDECKER (in BEHRENS,

KOSSEL und SCHIEFFERDECKER) *91*, FLESCH *80*, HANSEN *00* und anderen Autoren.

Hyaliner und elastischer Knorpel: Am Aufbau der Kehlkopfknorpel sind hyaliner und elastischer Knorpel beteiligt in verschiedenem Maße bei verschiedenen Tieren. Die Angaben der Autoren hierüber dürften im wesentlichen der menschlichen Anatomie entstammen, doch fassen einige Beobachter auch bestimmte Gruppen (z. B. die Haussäugetiere) ins Auge. Spezielle Angaben siehe unten in der Beschreibung der einzelnen Wirbeltiere und namentlich des Menschen.

/Hyaline Knorpel sind: Schild- und Ringknorpel nebst der Basis der Gießkannenknorpel.

Fasernetzknorpel sind: der Kehldeckel-, die Santorinischen und Wrisbergschen Knorpel.

Der Processus vocalis des Gießkannenknorpels enthält eine Mischform der genannten beiden Knorpelsorten.

Das Perichondrium läßt sich von der Submucosa dort nicht scharf isolieren, wo die Schleimhaut sehr innig mit dem Knorpel verbunden ist./ (SUSSDORF in ELLENBERGER *84*.)

/Nach FR. BRANDT besteht der Wrisbergsche Knorpel, wo er vorhanden ist, entweder aus Knorpelsubstanz oder, wie bei den Affen der Neuen Welt und dem amerikanischen Tapir, aus einer mehr fibrösen Masse./ (KAIN *87*.)

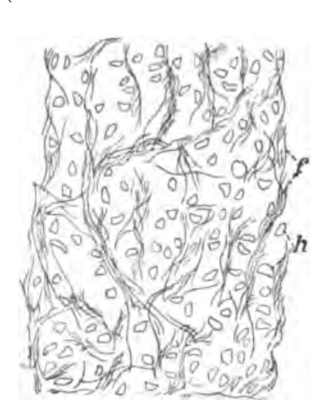


Fig. 159. **Cartilago arytaenoidea des Kalbes** aus der Gegend der Spitze; nach Alkoholhärtung, Färbung mit Eosin-Dahlia. Anfang des Auftretens der elastischen Fasern *f*. Es sind nur die Knorpelhöhlen *h* angedeutet, die Zellen fortgelassen. Vergr. 100fach, reduziert auf $^4/_5$. (Nach BEHRENS, KOSSEL und SCHIEFFERDECKER *91*.)

/Elastische Knorpel findet man an folgenden Kehlkopfknorpeln: Epiglottis, Spitze und Proc. vocal. der Cart. arytaenoideae, Cart. corniculatae s. Santorinianae, Cart. cuneiformes s. Wrisbergii, Cart. sesamoideae.

Der Arytaenoidknorpel des Kalbes (siehe Fig. 159) besitzt relativ feine Fasern, starke die Epiglottis des Pferdes./ (SCHIEFFERDECKER in BEHRENS, KOSSEL und SCHIEFFERDECKER *91*.)

Auch über die Verknöcherung der Kehlkopfknorpel liegen zahlreiche spezielle Angaben vor, vergleiche darüber unten bei Pferd, Rind, Hund und besonders Mensch.

Muskulatur des Kehlkopfs.

Die Muskulatur des Kehlkopfs ist im wesentlichen bisher nur makroskopisch bearbeitet worden. Darauf des näheren einzugehen, liegt meinem Thema ferne und ich verweise denjenigen, der ermessen will, wie viele zum großen Teil richtige Beobachtungen auch rein makroskopische Untersuchung auf diesem Gebiet zu machen vermochte, auf die einschlägige Literatur, aus der ich einige mir bekannt gewordene Werke im folgenden, nach dem Jahr des Erscheinens geordnet, erwähne.

/M. FÜRBRINGER beschreibt die Kehlkopfmuskulatur unter Heranziehung eines reichen Materials vom Menschen und zahlreichen Wirbel-

tieren und unter eingehender Berücksichtigung der einschlägigen Literatur (201 Nummern). / (M. FÜRBRINGER *75*.)

/ KOERNER beschreibt makroskopisch Myologie und Physiologie des Kehlkopfes zahlreicher Säugetiere, besonders Affen, ferner von Halmaturus und des Menschen. / (KOERNER *84 a*, *b*, *c*.)

/ Über Kehlkopfmuskeln verweist KOERNER auch auf RÜHLMANN (Untersuchungen über das Zusammenwirken der Muskeln bei einigen, häufiger vorkommenden Kehlkopfstellungen. Sitzungsberichte der Wiener Akad. d. W., Bd. LXIX, p. 293). / (KOERNER *84 a*.)

Über Kehlkopfmuskulatur (besonders die Anschauungen von WILDER *92* und KANTHACK *92*) vergl. auch bei MERKEL *93*, p. 196f.

In einem weiteren Referate gibt MERKEL *94* eine Besprechung der Ergebnisse über die Kehlkopfmuskulatur und deren Innervation, worin besonders die Resultate von MERKEL selbst (Lehrbuch der topograph. Anat., Hals), NEUMANN, SMITH, ONODI und DAVIES berücksichtigt werden.

STEINLECHNER und TITEL *97* beschreiben den Musculus ventricularis beim Menschen und einigen Affen makroskopisch.

Die Muskulatur des Kehlkopfes der Säugetiere schildert LECHE in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, 5, 1 eingehend nach FÜRBRINGER unter Beifügung von einigen Daten aus der neueren Literatur, p. 1132—1137.

MÖLLER *01* gibt eine möglichst erschöpfende Darstellung der Kehlkopfmuskulatur des Menschen, welche auf eigenen Untersuchungen begründet ist und gleichzeitig auf die Verhältnisse bei den übrigen Säugetieren Rücksicht nimmt.

/ Auch bezüglich der Muskulatur des Kehlkopfes ergibt bei vergleichender Betrachtung von Amphibien, Reptilien und Säugern, daß von dem Urzustand (wie beim Knorpel) mehrfache Wege ausgehen, die, verschieden verlaufend, doch einem gleichartigen Ziele zustreben. So wurde für den Dilatator laryngis in der Phylogenese mehrfach der primitive Ursprung von der Nackenfascie aufgegeben und erfolgte der Übertritt auf das Visceralskelett. Verschiedene Teile desselben wurden hierzu genommen, je nach dem Zustande, in dem es sich darbot. Dann erfolgte wiederum mehrfach in der Tierreihe der Übertritt auf das Cricoid. Auch die Schließmuskulatur der Säugetiere einschließlich Monotremen findet in jedem einzelnen Punkte Parallelen innerhalb der Amphibien- und Reptilienklasse, und doch sind die Besonderheiten derart, daß man eben nur von Analogien sprechen und allein in dem primitivsten Zustand der Muskeln den Urzustand auch für die Säuger annehmen darf. Und dieser Urzustand besteht in dem Vorhandensein von zwei primitiven Paaren von Schließmuskeln, Laryngei dorsales und ventrales, wie sie sich bei manchen niederen Amphibien bis heute erhalten haben. Dagegen ist nicht anzunehmen, daß die Konstriktoren des Kehlkopfes aus einem Ringmuskel hervorgegangen sind, wie auch durch die Entwicklung der Kehlkopfmuskeln bewiesen wird. Bezüglich der Einzelheiten wie auch der Nerven des Kehlkopfes wird auf die Originalarbeit verwiesen. / (GÖPPERT *01*.)

Blutgefäße des Kehlkopfes.

Die Anordnung der stärkeren Blutgefäße hat LUSCHKA beschrieben, die der feineren LUSCHKA und RHEINER (siehe unten: Blutgefäße des menschlichen Kehlkopfes).

/Boldyrew untersuchte Hund, Katze, Kaninchen, Pferd. Die Blutgefäße in der Kehlkopfschleimhaut bilden sehr dichte Netze, wobei in der ganzen Ausdehnung derselben mehrere Netze übereinander geschichtet sind. Dabei zeigen jedoch die einzelnen Abschnitte der Schleimhaut nicht unwesentliche Verschiedenheiten. An der hinteren Fläche der Epiglottis sind die tieferliegenden gröberen Gefäße, Arterien sowohl als Venen, dadurch ausgezeichnet, daß sie sich in langen Bögen, von der Basis zur Spitze aufsteigend, nicht spitzwinkelig verästeln und daß in weiterem Verlaufe die kleinen geschlängelten Zweigchen in schiefer Richtung an die Oberfläche treten, wo sie dicht unter dem Epithel ein ziemlich regelmäßiges rundliches Maschenwerk formen. dessen Röhrchen sich von den Kapillaren der übrigen Schleimhautpartien auch noch durch etwas größere Breite unterscheiden. In allen übrigen Bezirken des Kehlkopfes sind die Blutgefäße der Schleimhaut in drei streng gesonderte Schichten geteilt. von denen die unterste durch fast rechtwinklige Verzweigungen und Anastomosen der gröberen Stämmchen ein weites, polygonal-maschiges Netz darstellt. Die schief aufsteigenden Ausläufer dieser Gefäßschicht zerfallen ungefähr in der Mitte der Schleimhaut in zahlreiche feine Röhrchen, welche, sich flächenartig ausbreitend, ein zweites Netz darstellen, dessen Maschen ebenfalls größtenteils eckige Figuren formen, jedoch mehrmals kleiner sind als die des tiefsten Netzes. Von diesen Gefäßchen treten nun in fast senkrechter Richtung äußerst zahlreiche Ästchen an die Oberfläche der Schleimhaut — im Umkreise einer jeden Masche entspringen deren mehrere — um erst dort, unmittelbar unter dem Epithel, in ein feines Kapillarnetz überzugehen. An den wahren Stimmbändern stellt sich diese Schichtung in drei Netze am ausgesprochensten dar. Hier sind die Maschen sämtlicher Netze in auffallender Weise nach der Verlaufsrichtung der Bänder in die Länge gestreckt. Die hier vorhandenen Papillen erhalten Gefäßschlingen.

Wo die Schleimhaut sich ohne Zwischenlage von Muskeln etc. an den Knorpel legt, findet sich, dem letzteren unmittelbar aufliegend, ein eigentümliches ganz selbständiges Gefäßsystem, welches aus weiten polygonalen Netzen gröberer, parallel verlaufender Venen und Arterien besteht, deren ansehnliche Ausläufer nie diese Schicht verlassen, vielmehr rasch in Kapillaren zerfallen, die eine dem Knorpel aufliegende Fettgewebslage versorgen./ (Boldyrew *71a.*)

/Das terminale Gefäßsystem der Larynxschleimhaut (Mensch und Katze) wechselt, entsprechend dem Epithel, welches die verschiedenen Teile dieser Schleimhaut überkleidet. Im Bereich des Zylinderepithels sind die Gefäße wenig zahlreich, sie bilden unter der Limitans, eine zu derselben fast parallele Zone, von der einige feine Netze aufsteigen, welche mit dem Epithel selbst in Kontakt zu treten scheinen. Diese Anordnung ist sehr ausgesprochen in der Mitte der Epiglottis, auch die ary-epiglottischen Falten zeigen eine der beschriebenen analoge Gefäßanordnung. Einige an der Basis dieser Falten von einigen Autoren als Papillen beschriebene Vorsprünge sind keine Papillen und enthalten weder Gefäßschlingen noch spezielle Nervenendigungen. In der Umgebung der Wrisbergschen Knorpel verteilen sich die Gefäße im Perichondrium, ohne in den Knorpel einzutreten (doch wurden bei einem zwölfjährigen Kinde zahlreiche Gefäße im Faserknorpel beobachtet). Die Gefäße des falschen Stimmbandes sind viel zahlreicher als die des wahren Stimmbandes, sicher bei der Katze, wahrscheinlich auch beim Menschen. Von einem in der

Gegend der Noduli befindlichen Netze ziehen sehr feine Kapillaren gegen den freien Rand des oberen Stimmbandes. Um den Ventrikel ist das Gefäßnetz noch weniger entwickelt auf dem tiefen Teil des unteren Stimmbandes, aber über den M. thyreo-arytaenoidei, in dem Bindegewebe, welches diese Muskeln vom Epithel trennt, findet sich ein sehr elegantes Netz, dessen Schleifen sich unter dem Zylinderepithel verbinden; dieses Netz verteilt Kapillaren an die 10—20 an diesem Punkte gelegenen Papillen.

Auch die Noduli (Katze) enthalten ein sehr feines Gefäßnetz. / (Fauvel *79.*)

/ Die Blutgefäße des Larynx sind bei den Haussäugetieren in drei Schichten angeordnet, deren tiefste ein in der Submucosa und dem Perichondrium gelegenes Netzwerk stärkerer Stämmchen bildet, während die mittlere Schicht aus einem engmaschigen Netzwerk mit rundlichen, die Drüsen umspinnenden Maschen hergestellt wird, die nur in den Stimmbändern eine mehr langgestreckte Form annehmen. Die oberflächlichste, subepitheliale, recht dichte Lage sendet auch in die Erhebungen der Schleimhaut steil aufsteigende Schlingen. Alle drei Schichten stehen untereinander in Zusammenhang und führen in die den Arterien, namentlich in den tieferen Schichten, parallel verlaufenden Venen. Am Kehldeckel soll die mittlere Lage fehlen. / (Sussdorf in Ellenberger *84.*)

Lymphgefäße und Lymphgewebe des Kehlkopfs.

Lymphgefäße: / Lymphgefäßnetze sind bei Hund und Pferd im Kehlkopf reichlich vorhanden, am meisten in den tieferen Schleimhautschichten, greifen aber auch bis über das mittlere Blutgefäßnetz hinauf. Eigentümlich sind an vielen Stellen Ausläufer von dem tieferen Lymphgefäßnetze, welche in schiefer Richtung ungeteilt oder gabelig gespalten bis unmittelbar unter das subepitheliale Blutkapillarnetz aufsteigen und daselbst blind endigen. / (Boldyrew *71a.*)

/ Die Lymphgefäße des Larynx sind bei Katze und Mensch sehr reichlich. / (Fauvel *79.*)

/ Die Lymphgefäße bilden im Kehlkopf der Haussäugetiere ein unter den oberflächlichen Blutgefäßen liegendes, von engeren Röhren geformtes, und ein tieferes, von weiteren Gefäßen hergestelltes Netz. / (Sussdorf in Ellenberger *84.*)

/ Die Lymphgefäße des Kehlkopfs sind beim Menschen stärker entwickelt als bei allen Säugetieren. Bei einigen Säugetieren sind sie im oberen Teil des Kehlkopfes gleichfalls bedeutend entwickelt, aber im unteren Teil viel weniger.

Bei Pferd, Rind, Schwein, Hund, Reh, der Mehrzahl der Nager, Edentaten finden sich Lymphgefäße in der ganzen Länge des Larynx, aber wenig entwickelt.

Bei Bär und Schaf erreichen die Lymphgefäße eine starke Entwicklung in der oberen Hälfte des Kehlkopfs, finden sich dagegen in seiner unteren Hälfte nur in Spuren.

Welche Tiere zur dritten Gruppe gehören, bei der die Atrophie der Lymphgefäße sich auf die ganze Länge des Kehlkopfes erstreckt, sagt Sappey nicht. / (Sappey *85.*)

Lymphzellen und Lymphgewebe, Lymphnoduli: / Im Kehlkopf bei Hund, Katze, Kaninchen, Schaf und Mensch enthält die Schleimhaut des Kehlkopfes und der Trachea zahlreiche bis dicht unter das Epithel reichende ein- oder mehrkernige Wanderzellen, welche um die

Gefäße einen Hof bilden und sich auch um die Drüsen drängen. Stellenweise ist die Grenze des Epithels, wo es geschichtet ist, ganz verwischt.

Wie für Schaf, Schwein und andere Tiere bekannt ist, fand VERSON auch bei der Katze seitlich an der Eingangsfalte des Kehlkopfes Noduli, gewöhnlich von stärkerem Bindegewebe umfaßt, zuweilen bis an die Epithelgrenze reichend. / (VERSON *68.*)

/ Im Kehlkopf des Schafes finden sich konstant seitlich in dem Winkel zwischen der Eingangsfalte und der hinteren Fläche der Epiglottis Lymphnoduli von Hirsekorn- bis Linsengröße. Ihre Lage ist oberflächlich dicht unter dem Epithel. Auch beim Menschen (siehe dort) fand LINDEMANN solche. / (LINDEMANN *69.*)

/ Bei verschiedenen Säugetieren ist konglobierte Drüsensubstanz als regelmäßiger Bestandteil der Kehlkopfschleimhaut nachgewiesen worden, so durch VERSON *68* bei der Katze, BOLDYREW *71 b* beim Hunde.

LUSCHKA hat eine Anhäufung von konglobierter Drüsensubstanz bei Cetaceen gefunden und bei Delphinus phocaena näher untersucht. Dieselbe liegt in dem Raum zwischen dem Schildknorpel und dem bei diesen Tieren in der Mittellinie gespaltenen Bogen des Ringknorpels, also da eingeschoben, wo beim Menschen das Lig. crico-thyreoideum medium liegt, welches auch den Cetaceen nicht fehlt, aber schwächer ist und die Drüsenmasse an ihrer Außenseite verhüllt. An der dem Cavum laryngis zugekehrten Seite machen sich größere und kleinere spaltenartige Lücken bemerklich, welche die Stellen ebensovieler Ausbuchtungen der mit langen Flimmerzellen besetzten Schleimhaut sind. In dem ziemlich derben Fasergerüste, welches diese Schleimhautsäcke und ihre sekundären Ausbuchtungen umgibt, sind lymphkörperchenähnliche Elemente von Stelle zu Stelle in so großer Menge eingestreut, daß sie das Fasergerüst verdecken und die Bildung rundlicher Knötchen bedingen, so daß ein der Mandel ähnliches Organ resultiert, welches wir unbedenklich als „Tonsilla laryngea" der Cetaceen bezeichnen können. / (v. LUSCHKA *71.*)

/ Bei Hunden und Kaninchen enthält der Kehldeckel gleichfalls adenoides Gewebe, wenn auch nicht in allen Fällen und nicht so häufig wie beim Menschen (siehe dort). / (KIAMIL *77.*)

/ Während beim Menschen die Noduli im Kehlkopf schlecht abgegrenzt und bisweilen schwer zu finden sind, verhält sich dies anders bei der Katze (J. ANDRÉ). Hier sind die Noduli vollständig abgegrenzt und ihre Struktur ist sehr deutlich. / (FAUVEL *79.*)

/ Bei der Katze finden sich an den Gießkannenkehldeckelbändern regelmäßig tonsillenartige Bildungen und auch auf dem Kehldeckel des Schafes sind noduläre Einlagerungen eine gewöhnliche Erscheinung. / (SUSSDORF in ELLENBERGER *84.*)

/ Leukocyten finden sich im Kehlkopf überall, besonders dicht unter dem Epithel, Noduli sind beim Menschen selten, regelmäßig bei der Katze und anderen Tieren. / (SCHNITZLER *93.*)

/ KÖLLIKER behauptet, daß bei Schwein, Schaf und Ochse am Eingang in den Kehlkopf den Tonsillen ähnliche Organe zu finden seien.

Im Sinus piriformis der Hunde konnte DOBROWOLSKI kein adenoides Gewebe beobachten. Bei den Katzen treten dagegen konstant zu beiden Seiten des Kehlkopfeinganges resp. in beiden Aryepiglottisfalten Anhäufungen adenoiden Gewebes mit ungemein zahlreichen, 1—1½ mm im Durchmesser großen Noduli hervor. Dem Baue nach sind diese Anhäufungen (siehe Fig. 160) den Peyerschen Noduli des Dünndarmes der Katze etwas ähnlich.

Die Knötchen liegen nahe beieinander, durch eine dünne Schicht adenoiden Gewebes getrennt. Jedes einzelne Knötchen hat eine faserige, bindegewebige Scheide, um die Basis des Knötchens herum ist diese Scheide am dicksten. Zwischen der Scheide und den cytogenen Kügelchen des Knötchens beschreibt DOBROWOLSKI einen schmalen Lymphsinus, der an einer oder an mehreren Stellen durch cytogenes Gewebe durchbrochen war. Oberhalb der Knötchenreihe, dem Epithel zu, findet sich eine Schicht adenoiden Gewebes, die zuweilen bis 2 mm dick ist. Das Plattenepithel der Aryepiglottisfalte enthält einzelne Lymphzellen; Krypten bildet es nicht. / (DOBROWOLSKI *94*.)

/ Die Propria der Kehlkopfschleimhaut zeigt bei den Haussäugetieren, besonders bei Katze und Schaf, reichliche Einlagerung von Leukocyten und enthält vereinzelte Noduli lymphatici. / (ELLENBERGER und GÜNTHER *01*.)

/ Lymphgewebe fand ich bei den von mir untersuchten niederen Säugetieren (Monotremen und Marsupialier) besonders reichlich in der Nähe des Kehlkopfeinganges, wo es bereits bei Echidna zur Bildung einer Tonsilla laryngea kommt (Genaueres siehe unten). Im Kehlkopf selbst zeigte sich Lymphgewebe besonders reichlich bei Manis javanica. / (OPPEL *05*.)

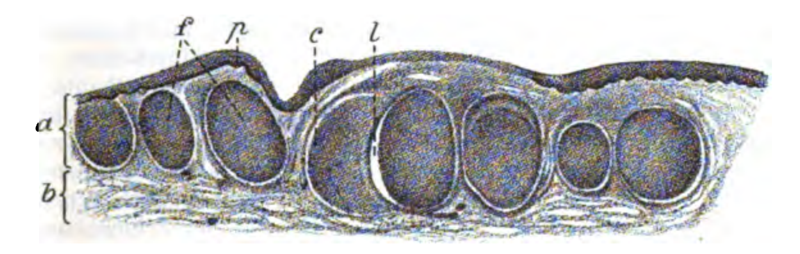


Fig. 160. **Plica aryepiglottica der Katze.** *a* Mucosa mit geschichtetem Pflasterepithel und Papillen, *b* Submucosa, *f* Lymphknötchen, *l* Lymphsinus, *c* bindegewebige Scheide um das Knötchen herum. Vergrößerung 45fach, reduziert auf 4/5. (Nach DOBROWOLSKI *94*.)

Nerven des Kehlkopfes.

/ NAUMANN 1851 hat zuerst in der Schleimhaut des Kehlkopfes einen netzförmigen Nervenplexus beschrieben und nahm entsprechend den damaligen Anschauungen schleifenförmige Endigung isolierter primitiver Nervenfasern an. / (BENEDICENTI *92*.)

/ VERSON stellt die allgemein verbreitete Ansicht, die peripheren Nervenverzweigungen der Kehlkopfschleimhaut seien mit Ganglienzellen ausgestattet, absolut in Abrede. Dagegen erscheinen die Äste des Laryngeus sup. und des Recurrens unmittelbar vor ihrer Verzweigung in die Muskeln (also noch in der hinteren Faserschicht) mit zahlreichen Ganglienzellen besetzt. In der hinteren Faserhaut der Trachea fanden sich bei Mensch, Katze und Hund Ganglien von rundlich oblonger Form, mit dem größten Durchmesser der Längsachse parallel. Bei der Katze mißt der quere Durchmesser eines solchen Ganglions 0,17 mm, der Längsdurchmesser 0,39 mm. Beim Menschen zeigte ein runder Querschnitt 0,2 mm Durchmesser. Diese Ganglien stehen mit der Innervation der organischen Muskelschicht, zu der sie Nervenfaserzüge senden, in Zusammenhang. Dies beweist auch der Umstand, daß die Ganglien bei den untersuchten Haustieren, bei denen die Muskelschicht weit über die

tritt, welches immer niedriger wird, so daß seine Zellen endlich kubisch aussehen. / (FUCHS-WOLFRING *98.*)

Anordnung der Drüsen im Kehlkopf: Über die Anordnung der Drüsen im Kehlkopf liegen Einzelangaben für zahlreiche Säugetiere und den Menschen (siehe unten die Einzelbesprechung) vor, während allgemeine gültige Aufstellungen fehlen.

/ Ich habe die Anordnung der Drüsen im Kehlkopf der niederen Säugetiere in den Hauptzügen ähnlich gefunden, wie sie bei höheren Säugetieren und beim Menschen von LUSCHKA, KANTHACK, P. HEYMANN und anderen Autoren (siehe unten Kehlkopf, Mensch) angenommen wird. So lassen sich bei den Monotremen Glandulae epiglotticae und beiderseits Glandulae arytaenoideae unterscheiden. Auch die folgenden Drüsengruppen der Monotremen lassen sich als Glandulae aggregatae anteriores und posteriores bezeichnen, wenn auch gerade die letztere Gruppe nicht ganz der Lage nach mit der entsprechenden Gruppe des Menschen übereinstimmt. Diese Drüsenausbildung hängt von den Raumverhältnissen, welche die Schleimhaut im Kehlkopf bietet, ab. Modifikationen treffen wir dann bei den Marsupialiern im Zusammenhang mit Umbildungen des Kehlkopfes. So tritt einmal an Stelle der Gl. arytaenoideae der kavernöse Körper (siehe unten Marsupialier, Kehlkopf) auf. Ferner werden die Glandulae aggregatae anteriores und posteriores (meine Gruppen 3 und 4) durch die Umbildungen im Kehlkopfinneren (Röhre zur Schildknorpelblase) teilweise zum Schwinden gebracht oder wenigstens zersprengt. Die Drüsenanordnung bei Edentaten (Manis javanica) stimmt dann wieder im wesentlichen mit den bei Monotremen und höheren Säugetieren bestehenden überein. Doch bestehen Unterschiede in Einzelheiten. So sitzen die Gl. arytaenoideae bei den Monotremen dem Arytaenoid kappenartig auf der Spitze und der ösophagealen Kante auf, während sie bei Manis diesem Knorpel medial anliegen. Im ganzen genommen, möchte ich nicht ohne weiteres die einzelnen Gruppen der Kehlkopfdrüsen des Menschen und der höheren Säugetiere von denen der Monotremen ableiten, obwohl in der Anordnung vielfach Übereinstimmung besteht, sondern daran festhalten, daß die Kehlkopfschleimhaut zwar in ererbter Weise überall zur Drüsenbildung befähigt ist, trotzdem aber Drüsen bald da, bald dort entstehen läßt, je nachdem die Raumverhältnisse und andere Bedingungen eine Stelle besonders disponieren. / (OPPEL *05.*)

/ Die größten Drüsen im Kehlkopf von Mensch und Katze finden sich an der Basis der Epiglottis und vor den Arytaenoidknorpeln. / (FAUVEL *79.*)

/ Drüsen sind im Kehlkopf der Haussäugetiere an besonderen Stellen in größeren Anhäufungen vorhanden. Beim Schwein fand sich eine Zusammenhäufung der Drüsen am wenigsten ausgeprägt.

Größere Drüsenanhäufungen fanden sich bei den Haussäugetieren: an der oralen Kehlkopfdeckelfläche, in der Plica ary-epiglottica, um die Cartilagines corniculatae herum, besonders an der dem Pharynx zugekehrten Fläche, an der ventralen Plattenfläche des Ringknorpels, am Eingang zur seitlichen Kehlkopftasche und an der der Articulatio crico-arytaenoidea entsprechenden Stelle. Weniger zahlreich finden sich Drüsen an der aboralen Kehldeckelfläche, an den medialen Flächen der Gießkannenknorpel, an der Stimmfalte und in der Tiefe der seitlichen Kehlkopftasche. / (BUROW *02.*)

Tunica propria.

Die Tunica propria des Kehlkopfes der Säugetiere besteht aus Bindegewebe mit eingelagerten elastischen Fasern. Letztere treten an bestimmten Stellen in größeren Ansammlungen hervor. Einmal macht sich im Kehlkopf nach abwärts gegen die Trachea zu an Stärke zunehmend eine subepitheliale Schicht elastischer Fasern bemerklich. Da dieselbe jedoch in der Trachea selbst ihre größte Mächtigkeit erreicht, wird dieselbe besser im Abschnitt Trachea abgehandelt. Dann aber treten die elastischen Fasern in nahe Beziehungen zu dem die Grundlage des Stützsystems bildenden Skelett. Hören wir darüber KATZENSTEIN *03*.

LAUTH *35*, p. 98 und TOURTUAL *46*, p. 95 haben beschrieben, daß neben den Gelenkverbindungen das Kehlkopfskelett ein Stütz- und Bindemittel erhält durch eine elastische Haut, die als Tela submucosa der Schleimhaut des Cavum laryngis als Unterlage dient. An einzelnen Stellen des Kehlkopfes ist das elastische Gewebe bandartig verdickt, diese in Form von Ligamenten einherziehenden Verfilzungen sind der Conus elasticus, das Ligamentum vocale und das Ligamentum ventriculare. Man hat diese Bänder auch die inneren Bänder des Kehlkopfes genannt und HENLE (Lehrbuch der Anatomie) hat diese Verhältnisse eingehend (makroskopisch) beim Menschen (siehe unten: Bänder des menschlichen Kehlkopfes) beschrieben.

Eine neuere Untersuchung der Anordnung der elastischen Fasern im Kehlkopf des Menschen und verschiedener Säugetiere (Ratte, Katze) wurde von KATZENSTEIN gegeben. Auf die Einzelheiten jener eingehenden Schilderung kann hier nicht eingegangen werden, hervorzuheben aber ist, daß KATZENSTEIN neben der Detailschilderung stets die Beziehungen der verschiedenen Fasern und damit ihre Wirkung als Ganzes im Auge behält, eine Auffassung, für welche bereits von HENLE (allerdings mehr makroskopisch) der Grund gelegt wurde. Auch die vorhandene Literatur über die elastischen Fasern des Kehlkopfes berücksichtigt KATZENSTEIN. Er untersuchte die Anordnung des elastischen Gewebes im Kehlkopfe im allgemeinen, sowie besonders in den Bändern, welche die Kehlkopf- und Luftröhrenknorpel verbinden, namentlich auch auf den Schultern REINKES stehend, in Rücksicht auf die funktionelle Struktur und die Funktion der Stimmlippen. Eine besonders eingehende Schilderung erfahren die elastischen Fasern der sog. inneren Bänder des Kehlkopfes, nämlich des Conus elasticus, des Ligamentum vocale und des Ligamentum ventriculare. Dabei wird auch ein von C. MAYER 1826 und C. GERHARDT 1860 beschriebener, an der Anheftungsstelle der Stimmlippen, an der Cartilago thyreoidea eingeschalteter, auf Horizontalschnitten dreieckiger Knorpel abgehandelt, dessen histologische und funktionelle Struktur für die Bewegung der Stimmlippen von Bedeutung zu sein scheint. Diesen Faserknorpelwulst, der beim Menschen in seiner Form reduziert ist, der in ähnlicher Weise aufgebaut ist, wie der Processus vocalis posterior und der die Funktionen eines Processus vocalis anterior zu erfüllen hat, hält KATZENSTEIN für gerechtfertigt, auch so zu nennen, wie dies GERHARDT schon im Jahre 1860 vorgeschlagen hat. Auch bei den untersuchten Nagetieren und Raubtieren, nämlich der Ratte und der Katze, konstatiert KATZENSTEIN, daß sich in den hyalinen Thyreoidknorpel ein elastisches keilförmiges Knorpelstück einschiebt, das als Processus vocalis anterior wirkt. Mit den durch REINKE begründeten und durch KATZENSTEIN erweiterten Kenntnissen von der funktionellen Struktur der Stimm-

zwischen die Epithelzellen ziehende, varicöse Ästchen ausgehen, die bald tiefer im Epithel, bald höher gegen die Oberfläche hin mit frei auslaufenden Endästen endigen; einige dieser Endäste gelangen sogar bis in die äußerste Zellenschicht und scheinen zuweilen die Oberfläche zu erreichen. Was die Endknospen der Epiglottisschleimhaut betrifft, so findet man ganz denselben Bau wie in den Endknospen der Zungenpapillen (siehe dieses Lehrbuch, Teil III). Kein direkter Zusammenhang der Nervenfasern mit den Zellen ist vorhanden, sondern die Nervenfasern enden alle mit freien Spitzen auslaufend./ (RETZIUS *92.*)

/FUSARI untersuchte die Nerven der Larynxschleimhaut beim Hundefötus und bei Mus decumanus var. alba, ferner bei neugeborenen Hunden und Katzen. Er findet, daß sich in der ganzen Larynxschleimhaut ein sehr komplizierter Nervenplexus unter dem Epithel findet, in welchem nicht nur die kleinen Nervenbündel, sondern auch jede der Fasern anastomosieren, sich netzförmig verflechten und sich mit zahlreichen Nervenzellen in Beziehung setzen. Im Niveau der wahren Glottis sind die Fasern am zahlreichsten und dichtesten. Von dem erwähnten Nervennetz, besonders von den nervösen Elementen, welche sich in demselben eingeschaltet finden, ziehen Nervenfasern gegen das Epithel und dringen, sich verzweigend, zwischen die Epithelzellen ein. Die Ramifikation ist ziemlich typisch, sie vollzieht sich am öftesten unter spitzem Winkel, sie ist dichotomisch, und so entstehen kleine Bündel oder Büschel von sehr dünnen Fasern, welche das Aussehen von feinen Punktierungen haben, welche wenigstens zum Teil die freie Oberfläche erreichen./ (FUSARI *94.*)

Die eingehenden Untersuchungen PLOSCHKOS ergaben folgendes:

I. Epiglottis: /Die Nervenendapparate der Epiglottis der Säugetiere liegen entweder a) subepithelial oder b) intraepithelial.

Die subepithelialen Nervenendigungen erscheinen 1) als Endbäumchen, 2) als Endknäuel und 3) als perizelluläre Nervenendigungen.

Die Endbäumchen (siehe Fig. 164 und 165) entspringen immer aus myelinhaltigen Nervenfasern. Die Zahl dieser Endbäumchen ist an der unteren Epiglottisfläche eine sehr bedeutende. Die Nervenendknäuel sind möglicherweise identisch mit den von KRAUSE und LINDEMANN beschriebenen Endkolben. Sie sind kugelrund und entspringen wie die Endbäumchen aus myelinhaltigen Nervenfasern und sitzen häufig an den Zweigen desselben Baumes, der die Endbüschel trägt. Die dritte Form der subepithelialen Nervenendigungen ist selten und besteht aus einer Ansammlung von Rundzellen, an welche eine myelinhaltige Nervenfaser herantritt.

Die intraepithelialen Nervenendigungen in der unteren Lamelle der Epiglottis präsentieren sich 1) als feine variköse Fäden, die aus dem subepithelialen Plexus blasser Nervenfasern entspringen und zwischen den Epithelien sehr gewunden verlaufen, um in verschiedener Höhe frei zu endigen. Von der Fläche gesehen, bilden sie einen engmaschigen Plexus sehr feiner Fäden. 2) Eine zweite Form intraepithelialer Nervenendigungen besteht aus dickeren varikösen Nervenfäden, die aus einer myelinhaltigen Nervenfaser entspringen (siehe Fig. 166) und büschelförmig auseinander fahren, indem sie ziemlich geradlinig im Epithel aufsteigen, sie endigen in den oberflächlichen Epithelschichten knopfförmig und unterscheiden sich somit von der ersten Form sowohl durch ihren Verlauf im Epithel, als durch ihren Ursprung aus myelinhaltigen Nervenfasern. Die dickeren, büschelförmig angeordneten Nervenfäden sind viel weniger zahlreich als die dünneren plexiformen. 3) Eine dritte Form intraepithelialer Nerven-

endigungen präsentiert sich als perizellulärer Fadenapparat. Dünne, ziemlich glatte Nervenfäden dringen aus dem subepithelialen Plexus ins Epithel ein, teilen sich jedoch in den tieferen Schichten, indem sie an den basalen Epithelzellen als vielfach gewundene, variköse Fäden ihr Ende finden. 4) Intraepitheliale Nervenendigungen in den becherförmigen Organen. Methylenblaupräparate zeigen, daß an die Becher myelinhaltige und blasse Nervenfasern herantreten. Dementsprechend findet man an und in den Bechern verschiedene Nervenendigungen: a) die JOBERTsche Platte oder Cupula LENHOSSÉKS, die aus stark varikösen, kurzen Fäden besteht, b) axiale Endbäumchen, deren Terminalfäden die Geschmackszellen umspinnen, und c) perizelluläre Fäden, die den Deckzellen angehören.

4a entspricht den subepithelialen Endbäumchen, 4b den intraepithelialen Endbäumchen, 4c entsprechen den interepithelialen, gewunden, plexusartig verlaufenden Nervenfäden des Deckepithels und entspringen, wie diese, aus dem subepithelialen, fibrillären

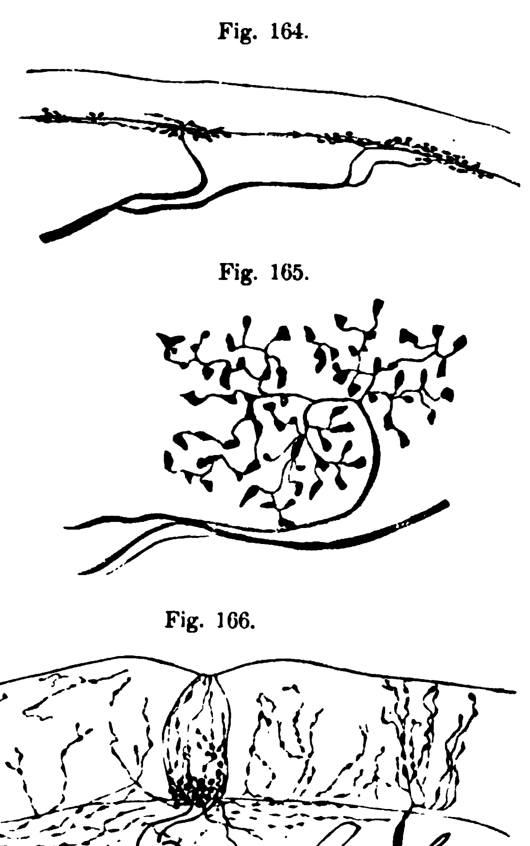


Fig. 167.

Fig. 164. **Epiglottis von der Ratte.** Hinterfläche. Subepitheliales Endbäumchen. Zeiss D. 4. Schnittpräparat aus Formalin nach vorheriger Fixierung der Nervenfärbung mit pikrins. Ammon. (Nach PLOSCHKO *97*.)

Fig. 165. **Epiglottis vom Kaninchen.** Subepitheliales Endbäumchen. Flächenpräparat. Methylenblau, pikrins. Ammon. Zeiss D. 4. (Nach PLOSCHKO *97*.)

Fig. 166. **Epiglottis eines Hundes.** Schnitt. Fixierung in Formalin nach Fixierung der Nervenfärbung mit Pikrokarmin. Intraepitheliale Endbäumchen *b*, die aus myelinhaltigen Nervenfasern entspringen. Becherförmige Organe *c* mit Cupula und herantretenden myelinhaltigen Fasern. Subepithelialer Plexus variköser Fäden *a*, die in das Epithel eindringen. Zeiss, homog. Imm. 2,0, Ok. 2. (Nach PLOSCHKO *97*.)

Fig. 167. **Trachea vom Hund.** Perizelluläre Nervenendigungen an den Wimperzellen. Zeiss, homog. Imm. 2,0, Ok. 6. (Nach PLOSCHKO *97*.)

Plexus, während die Fäden der Cupula und des axialen Endbäumchens mit myelinhaltigen Nervenfasern zusammenhängen.

II. Larynx: Die Innervation des Larynx ist der der Epiglottis ähnlich, man findet auch hier einen tiefliegenden und einen oberflächlichen Plexus. In dem ersteren sind Ganglien eingestreut. Die Ligamenta ary-epiglottica sind ebenso reich innerviert, wie die untere Lamelle der Epiglottis. Man findet hier in großer Anzahl subepitheliale Endbäumchen, Nervenendknäuel und Becher, sowie intraepitheliale Nervenfäden. Dasselbe gilt für die Schleimhaut, welche die Arytaenoidknorpel bedeckt. In den oberen Stimmbändern fanden sich sowohl Becher, als subepitheliale Endbäumchen und intraepitheliale Nervenfäden. Perizelluläre Endapparate an den Basalzellen wurden hier vermißt. Der Sinus Morgagnii enthält, abgesehen von dem in der Tiefe liegenden Nervenplexus, nur intraepitheliale Nervenfäden. Becher und subepitheliale Endbäumchen fehlen. Die unteren Stimmbänder enthalten intraepitheliale Nervenfäden und Becher, subepitheliale Nervenendigungen wurden vermißt. Unterhalb der Stimmbänder fanden sich im Kehlkopf weder subepitheliale Endbäumchen noch Becher, hingegen zeigten die zahlreichen intraepithelialen Nervenfäden ein höchst interessantes Verhalten. Im Flimmerepithel fasern sich dünne Fibrillenbündel auf, wobei die einzelnen Nervenfäden verschiedene Richtungen einschlagen; die einen verlaufen mehr weniger horizontal und verflechten sich mit den Nachbarfäden, die anderen steigen aus der Tiefe des Epithels gegen die Oberfläche, wo sie umbiegen und unterhalb der Cilien in ein variköses Endstück auslaufen, das dem cilientragenden Ende der Zylinderzellen bogen- oder kreisförmig anliegt (siehe Fig. 167). Dadurch entsteht an Schnittpräparaten ein kontinuierliches System von stark varikösen Fäden, die alle so ziemlich in einem Niveau mit dem cilientragenden Basalsaum liegen.



Fig. 168. **Oberes Stimmband beim Hunde.** Sinneszelle im Epithel mit umspinnenden Nervenfäden. Methylenblau—Pikrin—Formalin—Schnitt. Zeiss, hom. Imm. 2,0, Ok. 4. (Nach PLOSCHKO 97.)

Von früheren Autoren wurden bereits in der Epiglottis Stiftzellen beschrieben, die sowohl in dem pflasterförmigen, als in dem flimmernden Larynxepithel zerstreut vorkommen. Diese Zellen entsprechen ihrer Form nach vollkommen den axialen Stiftzellen der Schmeckbecher und sind auch, wie diese, von feinen Nervenfäden umsponnen (siehe Fig. 168).

III. Ganglien der Epiglottis, des Larynx und der Trachea. Dieselben sind sehr zahlreich und von wechselnder Größe. Sowohl die vereinzelt vorkommenden als die gehäuften Nervenzellen sind multipolar und lassen in günstigen Fällen neben den Dendriten einen Achsenzylinderfortsatz unterscheiden. Sie gehören alle zum sympathischen Typus. In jedem mikroskopischen Ganglion der Trachealwand kann man neben den Nervenzellen dreierlei Nervenfasern unterscheiden:

1. Breite myelinhaltige Nervenfasern, welche das Ganglion nur passieren. Sie sind sensibler Natur und laufen in Endbäumchen aus, die sowohl in der glatten Muskulatur als in der Schleimhaut liegen.

2. Eine zweite Kategorie von Nervenfasern entspringt in den Ganglien und unterscheidet sich von den Fasern der ersten Kategorie sehr scharf dadurch, daß sie niemals eine Myelinscheide besitzen.

3. Eine dritte Kategorie von Nervenfasern endigt im Ganglion und zwar in Form von perizellulären Endapparaten. Es sind dünne myelinhaltige oder blasse Nervenfasern./ (PLOSCHKO *97.*)

Epiglottis.

Von der Epiglottis war bereits im III. Bande dieses Lehrbuches, p. 470—472 die Rede. Doch handelte es sich dort nur um die auch der Epiglottis zukommenden Epithelknospen, deren Schilderung sich nur schwer von der Darstellung der Knospen der Mundhöhle hätte trennen lassen. Im übrigen gehört die Epiglottis entschieden zum Kehlkopf, wie dies auch andere Autoren annehmen und wie dies z. B. aus folgenden Worten KIAMILS hervorgeht.

/Es scheint nach den bisherigen Untersuchungen über die Entwicklung des Kehldeckels und des Kehlkopfes a priori so ziemlich sichergestellt zu sein, daß die Struktur beider Gebilde dieselbe sein muß, da sie bei ihrem Aufbaue aus dem gleichen Substrate im Embryonalleibe gebildet werden (REICHERT, KÖLLIKER, SCHENK)./ (KIAMIL *77.*)

/Nach GÖPPERT ist die Epiglottis schon sehr frühzeitig in der Vorfahrenreihe der Säuger aufgetreten und läßt sich mit der Epiglottis der Saurier vergleichen. Die Epiglottis ist aber kein gemeinsamer Besitz aller Saurier, sondern offenbar in den verschiedenen Abteilungen selbständig erworben und läßt sich schon aus diesem Grunde mit der Säugerepiglottis nicht wirklich homologisieren, denn mit keiner Ordnung der Saurier besitzen die Säuger direkte genetische Verbindung. Die Plicae ary-epiglotticae der Säuger sind homolog den Falten, welche seitlich den Aditus laryngis der Amphibien und Reptilien begrenzen (Plicae arytaenoideae)./ (GÖPPERT *01.*)

Die Epiglottis besteht aus einem Grundgewebe bindegewebiger Natur, in welchem ein elastischer Knorpel (als solcher erscheint er schon bei den niedersten Säugetieren) als stützendes Element die Hauptrolle spielt. Überkleidet wird die Epiglottis von einem Epithel, von dem rege Drüsenbildung ausgeht.

/Die Submucosa enthält beim Schaf an der Basis der Epiglottis ganze Lagen Fettes./ (SUSSDORF in ELLENBERGER *84.*)

Während das **Epithel** der der Mundhöhle zugekehrten Seite der Epiglottis den Charakter des Epithels der Mundhöhle und des Schlundes zeigt, wechselt das Epithel der Kehlkopfseite der Epiglottis in seiner Beschaffenheit, wobei geschichtetes Pflasterepithel dem flimmernden Zylinderepithel gegenüber prävaliert. An einigen der von mir unten (bei Besprechung des Kehlkopfes der Säugetiere im einzelnen) wiedergegebenen Rekonstruktionsfiguren ist auch die Verteilung der beiden Epithelarten auf der laryngealen Epiglottisfläche zu ersehen.

Drüsen der Epiglottis. Der Reichtum der Drüsen der Epiglottis ist ein wechselnder. Bei manchen Säugetieren nur an der Basis der Epiglottis vorhanden, durchwachsen sie bei anderen das ganze Organ, so namentlich auch den Epiglottisknorpel.

/Die Vergleichung der mannigfachen Zustände der Drüsen in ihrem Verhalten zum Knorpel lehrt, daß es sich hier um eine Zerstörung des letzteren durch die von der Schleimhaut her in ihn eindringenden Drüsen

handelt und nicht um eine Entstehung von Knorpelgewebe in den Zwischenräumen der Drüsen./ (GEGENBAUR *92*.)

Aus den wiedergegebenen GEGENBAURschen Figuren (siehe Fig. 169 bis 172) ist zu ersehen, daß die Drüsenanhäufung, welche GEGENBAUR

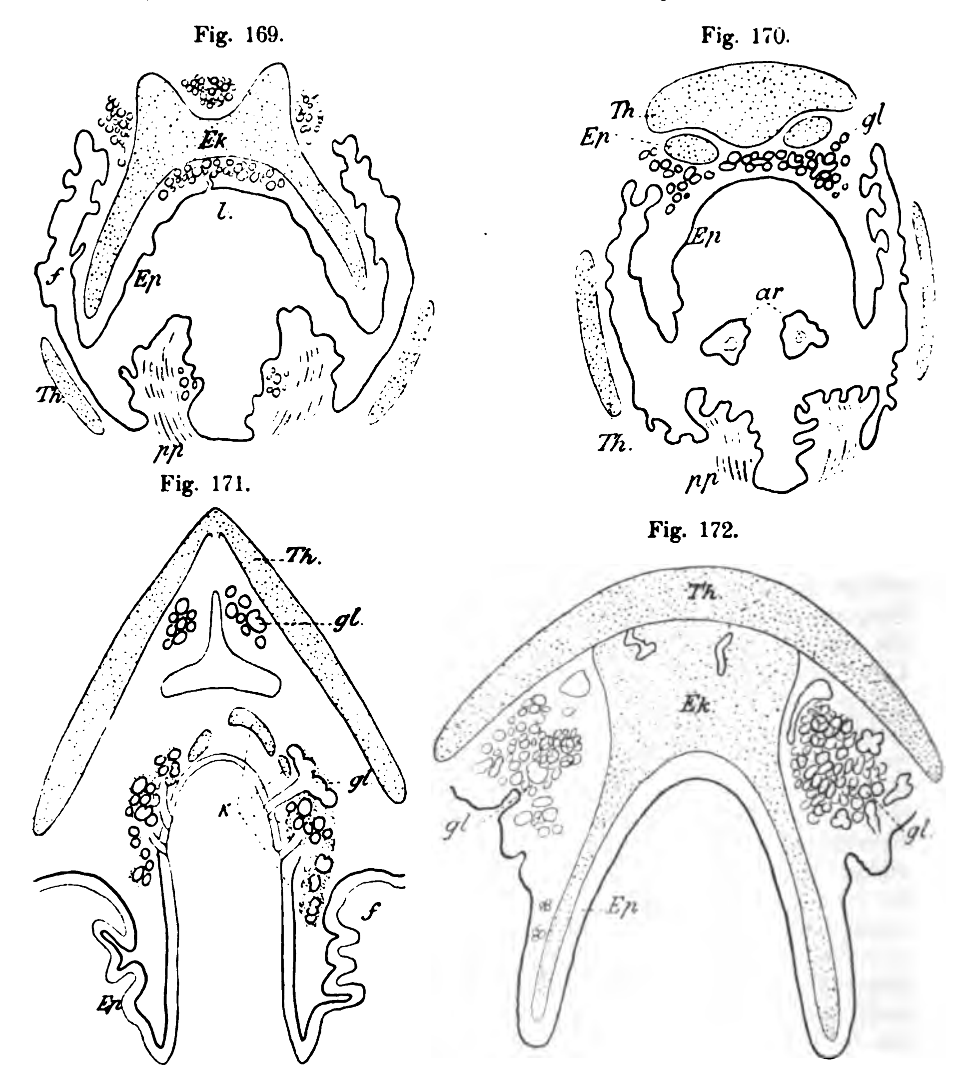


Fig. 169. **Kehlkopf von Mus decumanus.** Querschnitt. *l* Kehlkopfeingang, *f* Fauces, Sinus piriformis, *pp* Wandung der Pharyngo-nasal-Tasche mit Muskelschicht, *Th* Schildknorpel, *Ep* Epiglottis, *Ek* Epiglottisknorpel. (Nach GEGENBAUR *92* schematisiert.)

Fig. 170. **Kehlkopf von Mus decumanus.** Querschnitt aus einer tiefern Region. *Th* Schildknorpel, *Ep* Epiglottis, *Ek* Epiglottisknorpel, *pp* Wandung der Pharyngo-nasal-Tasche mit Muskelschicht, *gl* Drüsen, *ar* Schleimhaut über den Stellknorpeln. (Nach GEGENBAUR *92* schematisiert.)

Fig. 171. **Kehlkopf von Rhinolophus hipposideros.** Querschnitt aus der vorderen Hälfte. *K* Fragmente des Epiglottisknorpels, *Ep* Epiglottis, *f* Fauces, Sinus piriformis, *gl* Drüsen, *Th* Schildknorpel. (Nach GEGENBAUR *92* schematisiert.)

Fig. 172. **Epiglottis und Schildknorpel von Lepus cuniculus.** Querschnitt. *Th* Schildknorpel, *Ek* Epiglottisknorpel, *Ep* Epiglottis, *gl* Drüsen. (Nach GEGENBAUR *92* schematisiert.)

im Auge hat, in erster Linie im angewachsenen Teil der Epiglottis liegt, während der freie Teil der Epiglottis (vergl. darüber meine unten folgenden Originalfiguren) wesentlich ärmer an Drüsen ist. Übrigens fehlen die Drüsen bei zahlreichen der von mir untersuchten Tiere (z. B. Echidna, Phascolarctus cinereus, Sciurus vulgaris, Canis familiaris, Erinaceus europaeus und verschiedenen Chiropteren) auch im freien Teil der Epiglottis nicht, wie ich unten an Abbildungen zeigen werde.

/ Betreffend die häufige Durchbrechung des Epiglottisknorpel durch Drüsen bei zahlreichen Wirbeltieren, welche mit einer Auflösung dieses Knorpels verbunden ist, vergl. besonders die Arbeit von Göppert *94 a.*/ (Göppert *94 a.*)

Knorpel der Epiglottis. Wir dürfen heute mit Sicherheit annehmen, daß bei den heute lebenden Säugetieren im allgemeinen, so vor allem bei deren niedersten Typen den Monotremen und Marsupialiern der Epiglottisknorpel ein elastischer Knorpel ist. Solange die vergleichende Anatomie (deren ältere makroskopische Richtung) letzteres verkannte, wurden an das Fehlen des elastischen Knorpels bei den niederen Säugetieren allerhand Folgerungen geknüpft. Dies gab dann Anlaß, daß die Verhältnisse genauer untersucht und richtiggestellt wurden. Wenn nun auch in der Epiglottis mancher Säugetiere (einzelner Chiropteren und Lemuren) elastische Fasern heute fehlen mögen, so können dieselben doch früher vorhanden gewesen sein. Mag die Entstehung des elastischen Knorpels gewesen sein, wie sie will, nichts zwingt uns, anzunehmen, daß jeder der elastischen Fasern heute ermangelnde Knorpel stets derselben ermangelt habe. Der Umstand aber, daß in allen Säugetiergruppen und in den niedersten ausschließlich, dem Epiglottisknorpel elastische Fasern zukommen, muß uns veranlassen, letzteres Verhalten für typisch zu halten und Abweichungen davon, wie sie manche, unter ganz besonderen Lebensbedingungen stehende Formen zeigen, für sekundär abgeändert zu betrachten.

/ Die Vergleichung der verschiedenen von Gegenbaur am Epiglottisknorpel dargestellten Befunde untereinander ließ Gegenbaur an eine Umwandlung des Knorpels nach den höheren Abteilungen denken, denn der zweifellose Hyalinknorpel erhält sich nur bei den Monotremen (bei welchen Gegenbaur damals irrtümlich elastischen Knorpel vermißte); bei Marsupialiern ist die elastische Veränderung bereits verbreitet, aber bei Prosimiern erscheint auch der Beginn einer Umwandlung in der Interzellularsubstanz noch vorhanden und läßt schließen, daß auch bei den Placentaliern der Hyalinknorpel den Ausgangspunkt vorstellt. Der Knorpel der Epiglottis ist somit phylogenetisch aus einem hyalinen Zustande hervorgegangen und hat erst bei den echten Mammalia die Modifikation in elastischen Knorpel erworben, während er bei den promammalen Monotremen den primitiven Gewebszustand auch beim ausgewachsenen Tiere beibehält. / (Gegenbaur *92.*)

/ Bei der Bildung der elastischen Fasern in der Epiglottis des Schafes und des Pferdes, ebenso im Ligamentum cervicale des Pferdes bilden sich die Zellen, welche ursprünglich diese Organe zusammensetzen, allmählich in Fibrillen um, während ihr Kern schwindet. Diejenigen Autoren, welche angeben, daß der Netzknorpel ursprünglich hyaliner Knorpel ist, haben diese ersten Stadien nicht beachtet, welche die späteren erst verständlich machen. / (Loisel *93.*)

/ Bei Stenops tardigradus und Stenops gracilis v. d. Hoev. besteht der gesamte Epiglottisknorpel aus hyalinem Knorpel. Elastische Fasern

fehlen ihm gänzlich. Nur durch die spärliche Entfaltung seiner Interzellularsubstanz unterscheidet er sich von dem Knorpelgewebe der Arytaenoide.

Bei Hapale besteht der gesamte Epiglottisknorpel aus Hyalinknorpel ohne elastische Fasern. / (GÖPPERT *94a.*)

/ Doch sagt GÖPPERT nichts über die Methode, nach welcher obiger Befund gewonnen wurde. Das verbesserte Orceïnverfahren UNNAS wurde erst 1895 veröffentlicht. / (GROSSER *00a.*)

/ An Stelle von Teilen des Epiglottisknorpels hat GÖPPERT wiederholt (Myrmecophaga, Hund, Lemur) Fettzellen gefunden. / (GÖPPERT *94a.*)

/ Bei den von GROSSER untersuchten Vespertilionidae ist die Epiglottis faserknorpelig und von zahlreichen Schleimdrüsen durchsetzt, sie ist an ihrer Basis deutlich paarig.

Bei den Rhinolophidae besteht die Epiglottis aus hyalinem Fettknorpel. GEGENBAUR hat diese hyaline Epiglottis von Rhinolophus hipposideros neben der der Monotremen als Beispiele eines primären Verhaltens des Organs angeführt. SYMINGTON hat gegen diese Angabe über Monotremen Widerspruch erhoben und behauptet, daß die Epi-

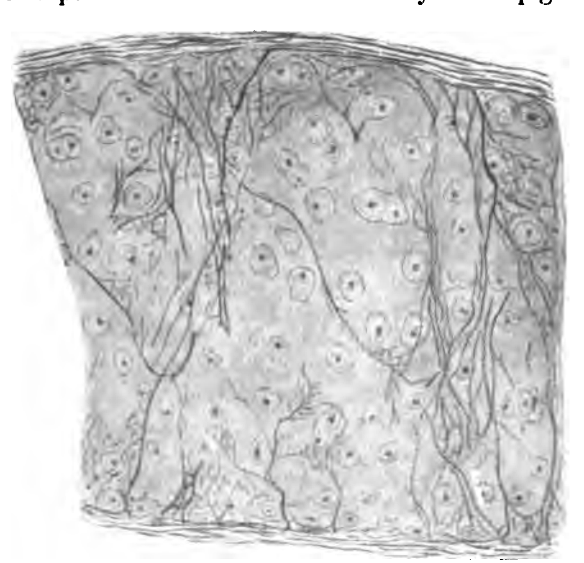


Fig. 173. **Epiglottis von Ornithorhynchus.** Stück eines Querschnittes durch die Basis des Epiglottisknorpels. Die Einzelheiten sind bei 700facher Vergr. eingezeichnet. Orceinpräparat. Fibrillenfreie Stelle neben fibrillenreichen Teilen. Vergrößerung 500fach. (Nach GÖPPERT *01.*)

glottis derselben schon bei Färbung mit Pikrinsäure-Säurefuchsin-Essigsäure, besonders aber deutlich mit Orceïn elastische Fasern erkennen lasse. Da nun der elastische Knorpel nach SPULER *95* eine eigentümliche, von der des Hyalinknorpels verschiedene Genese hat, so bestreitet SYMINGTON die morphologische Gleichwertigkeit beider Knorpelarten und greift damit GEGENBAURS Hypothese über die Bildung der Epiglottis aus dem Kiemenskelett an. Mit Rücksicht darauf. war es nun interessant, auch die zweite Stütze der GEGENBAURschen Anschauung, Rhinolophus, mittelst der Orceïnmethode, die zurzeit, als GEGENBAURS Abhandlung erschien, noch kaum bekannt war, zu untersuchen. Da ergibt sich, daß die Epiglottis auch mit dieser Färbung niemals elastische Fasern zeigt. Im Jugendzustand besteht sie aus gewöhnlichem Hyalinknorpel, später aus einer Abart desselben, aus Fettknorpel, in welchem sich der dünne protoplasmatische Wandbeleg der Zellräume mit Orceïn ziemlich intensiv färbt, während die Grundsubstanz ganz hell bleibt (dasselbe Resultat ergibt die Färbung mit WEIGERTS Fuchsin-Resorcin). Selbst wenn also die Epiglottis der Monotremen elastischer Knorpel ist, so fällt doch mit dem Nachweise auch nur einer hyalinen Säugerepiglottis SYMINGTONS Ein-

wand gegen GEGENBAURS Theorie; denn daß die Epiglottis der Rhinolophiden der anderer Säuger nicht homolog sei, ist wohl undenkbar.

GEGENBAUR erwähnt für die Epiglottis von Rhinolophus hipposideros das Fehlen eines deutlichen Perichondriums an den fragmentierten Teilen des Knorpels und sieht darin ein rückgebildetes Organ. Nach GROSSER bezieht sich dies nur auf den Körper, nicht auf die Randpartien der Epiglottis, wo auch ein deutliches Perichondrium mit reichlichen elastischen Fasern vorhanden ist. / (GROSSER *oo a.*)

/ Auch in einer weiteren Arbeit betont GROSSER, daß in der Epiglottis der Rhinolophiden nach Färbung mit Orceïn und mit WEIGERTS Fuchsin-Resorcin elastisches Gewebe nicht nachzuweisen ist, wodurch nach GROSSER die Einwände SYMINGTONS gegen GEGENBAURS Ableitung der Epiglottis aus dem Kiemenskelette hinfällig werden. / (GROSSER *oo b.*)

/ In der Epiglottis liegt bei Chiromys madagascarensis eine Modifikation des Knorpels vor, die sich am passendsten durch die Bezeichnung Fettknorpel charakterisieren läßt; ebenso bei Lemur varius. ZUCKERKANDL hält für zweifellos, daß der eigentümliche Bau der Epiglottis bei Chiromys und Lemur varius eine sekundäre, aus einer Metamorphose des ursprünglich hyalinen Kehldeckelknorpels hervorgegangene Bildung darstellt (ähnlich verhält sich der Epiglottisknorpel der Ratte nach LEYDIG und der Unterzungenknorpel von Stenops gracilis nach GEGENBAUR. / (ZUCKERKANDL *oo.*)

/ Bei Ornithorhynchus finden sich in allen Teilen des Knorpels, also auch an der Basis elastische Fasern (siehe Fig. 173). Die Knorpelzellen liegen ziemlich weit auseinander. Die in der Grundsubstanz liegenden elastischen Fasern bilden vielfach ungemein dichte Netze. Dicke Fasern verzweigen sich oft in höchst zierlicher Weise und nehmen Anteil an dem Aufbaue des Netzes. Besonders auffallend sind starke Fibrillen, die, von der Vorder- gegen die Hinterfläche verlaufend, fast die ganze Dicke des Knorpels durchsetzen. Neben diesen Stellen finden sich andere, die nur vereinzelte elastische Fibrillen aufweisen, und endlich solche, in denen die hyaline Grundsubstanz frei von elastischen Fibrillen ist. Es bestehen also alle Übergänge zwischen elastischem und hyalinem Knorpel. Die letzteren treten gegen die elastischen stark zurück.

Bei Echidna (siehe Fig. 174) sind, wie GEGENBAUR angegeben hat, die Elemente des Knorpels in Säulen angeordnet, die zur Vorderfläche senkrecht stehen. Die Grundsubstanz ist nun an vielen Stellen ungemein dicht von elastischen Fasern durchsetzt. Das ist namentlich in den Randpartien und nahe der Vorder- und Hinterfläche der Fall, auch in den zentralen Teilen besteht vielfach ausgesprochen elastischer Knorpel, die paarigen Fortsätze machen hiervon keine Ausnahme. Zahlreiche Stellen besitzen aber wenige oder gar keine elastischen Fasern, so namentlich die quergestellten Wände zwischen den einzelnen Zellen. Auch bei Echidna verlaufen viele Fasern gestreckt von der Vorder- zur Hinterfläche.

Bei Marsupialiern ist der Epiglottisknorpel als elastisch bereits durch GEGENBAUR geschildert.

Bei Placentaliern fiel GÖPPERT den Monotremen gegenüber auf, daß die elastischen Fasern viel gleichmäßiger, allgemeiner in der Grundsubstanz des Knorpels verteilt sind.

Bei Erinaceus (siehe Fig. 175), dem GÖPPERT früher ebenso wie Talpa einen hyalinen Epiglottisknorpel zusprach, finden sich im ganzen Skelettstück schmale Bänder aus verfilzten oder netzartig verbundenen

[illegible] Zellen [illegible] der Zellen [illegible]

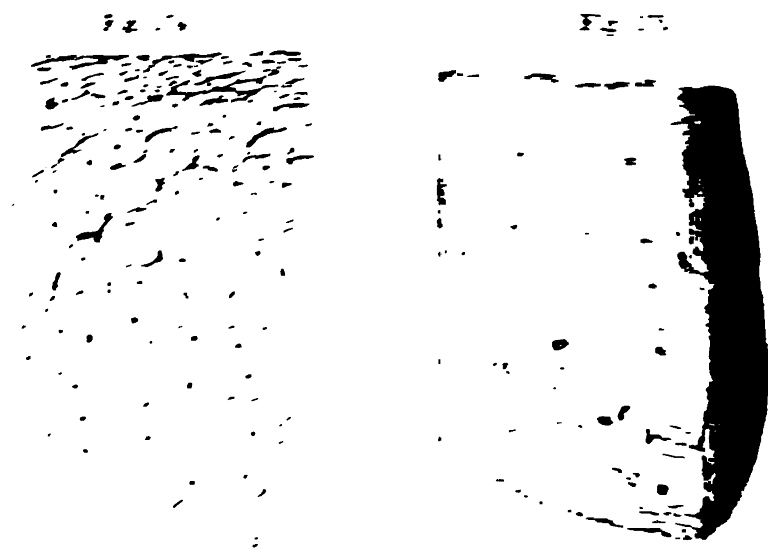


Fig. 174. **Epiglottis von Echidna.** Stück eines sagittal geführten [illegible] durch den Epiglottisknorpel. Einzelne Zellen eingezeichnet bei [illegible]facher Vergrößerung. [illegible] Netzknorpel. Vergr. [illegible]fach. Nach GÖPPERT 01.

Fig. 175. **Epiglottis vom Igel (Erinaceus europaeus).** Stück eines Querschnittes durch den Epiglottisknorpel, ausgeführt bei 70facher Vergrößerung. Vergr. [illegible]fach. Nach GÖPPERT 01.

Bei Lepus cuniculus (siehe Fig. 176) ist der Anteil elastischer Fibrillennetze erheblicher, die Bänder, die sie bilden, sind breiter, als beim Igel. Im übrigen bleibt aber auch hier Grundsubstanz in der Umgebung der Zellen ganz hyalin. Gar nicht selten fanden sich auch Stellen,



Fig. 176. **Epiglottis von Lepus cuniculus.** Stücke von Querschnitten durch den Epiglottisknorpel, ausgeführt bei 700facher Vergr. *A* Stück mit reichlichen elastischen Fasern; *B* Stück mit teilweise fibrillenfreier Grundsubstanz. Vergrößerung 500fach. (Nach GÖPPERT 01.)

in denen elastische Fasern zwischen je zwei Zellen vollkommen fehlten, während sie anderwärts nur geringfügig entwickelt waren, was GÖPPERT als Übergänge vom hyalinen zum elastischen Zustand deutet.

Auch im menschlichen Epiglottisknorpel sind hyaline Inseln beschrieben worden. / (GÖPPERT *01.*)

/ Es bestehen bei den einzelnen Haussäugetieren ausgeprägte Unterschiede in der Zusammensetzung der Kehlkopfknorpel. Besonders das Verhalten der knorpeligen Grundlage des Kehldeckels ist bei den einzelnen Gattungen grundverschieden.

An dem Kehldeckelknorpel überwiegt beim Hund, Rind und Schaf das Faserelement gegenüber dem Knorpelelement, beim Schwein das Knorpelelement, beim Pferde ist ein Überwiegen der einen Gewebsart der anderen gegenüber nicht ausgeprägt.

Beim ca. 4 Wochen alten Hunde besteht die knorpelige Grundlage des Kehldeckels aus zwei aus Netzknorpel bestehenden Platten, in denen das elastische Element überwiegt. Zwischen beiden Platten liegen knorpelige Verbindungszüge und vereinzelte Knorpelnester. Der übrigbleibende Raum wird von Fettzellen ausgefüllt, zwischen denen elastische Faserzüge verlaufen. Bei älteren Hunden vereinigen sich die Knorpelplatten, aber auch bei ganz alten fehlt noch eine vollständige Verwachsung in der Mitte.

Fig. 177.

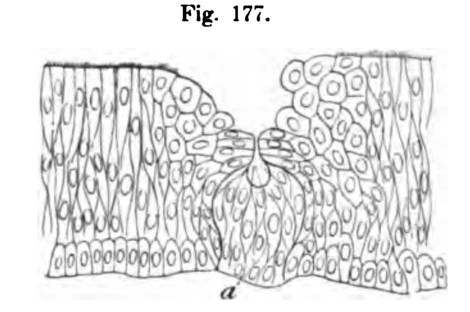


Fig. 178.

Fig. 179.

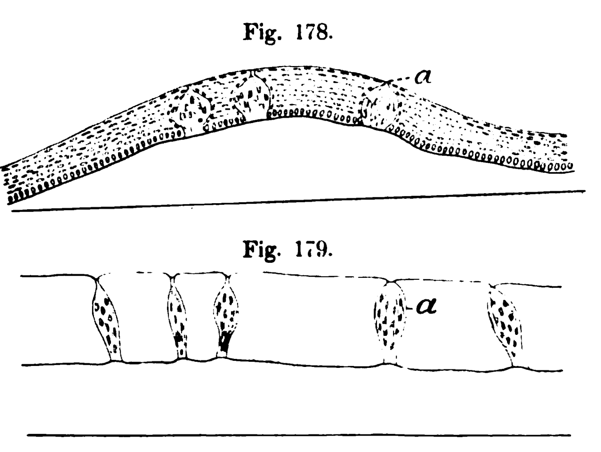


Fig. 177. **Epiglottis des Menschen.** Schnitt durch das Flimmerepithel. *a* Becher, zum Teil mit Plattenepith. bedeckt, reduz. auf $^4/_5$. (Nach DAVIS *77.*)

Fig. 178. **Epiglottisschleimhaut des Hundes.** Senkrechter Schnitt mit einer Gruppe von Knospen *a*. Syst. 4, Camera luc. Hartnack, reduz. auf $^9/_{10}$. (Nach DAVIS *77.*)

Fig. 179. **Epiglottisschleimhaut d. Menschen.** Senkrechter Schnitt. *a* Knospen. Syst. 4, Camera luc. Hartnack, reduz. auf $^9/_{10}$. (Nach DAVIS *77.*)

Bei Rind, Schaf und Ziege besteht der Kehldeckel aus einer Netzknorpelplatte, welche fast vollständig von Drüsen eingebettet, durchsetzt und von deren Ausführgängen durchbohrt ist. In der Knorpelmasse überwiegt das Faserelement (beim Schwein dagegen überwiegt das Knorpelelement, beim Pferd sind beide gleich stark ausgebildet). / (BUROW *02.*)

Epithelknospen der Epiglottis. Bezüglich der Epiglottisknospen verweise ich auf meine Darstellung im III. Teil dieses Lehrbuches p. 470ff., sowie auf das ebendort p. 453 über die Epithelknospen im allgemeinen Gesagte, sowie auf die dort gegebenen Abbildungen. Dem füge ich hier noch einige Abbildungen, Fig. 177—179 bei.

Die Fig. 177 (nach DAVIS *77*), Knospe von der menschlichen Epiglottis, gebe ich besonders deshalb wieder, weil in derselben das EBNERsche Grübchen deutlich zu sehen ist.

/ Im zweiten Viertel der hinteren Epiglottisfläche (Mensch, Hund, Katze, Kaninchen, Schaf) weist das Epithel Knospen auf, wie sie von SCHWALBE und LOVÉN in der Zunge beschrieben wurden. Der Umstand, daß sich diese Knospenbildungen an der hinteren Epiglottisfläche finden, schien VERSON damals ein genügender Beweis, daß dieselben keine Geschmacksorgane sind. Im übrigen enthält sich VERSON bezüglich ihrer Auslegung eines Urteils ganz. Die Knospen kommen an der hinteren Seite der Epiglottis in meist größeren Abständen voneinander vor, ohne eine bestimmte Gesetzmäßigkeit in ihrer Verteilung kundzugeben. / (VERSON *68.*)

Im Ausbau dieser Entdeckung von VERSON beim Menschen wurden die Knospen der Epiglottis bei zahlreichen im III. Teil dieses Lehrbuches p. 470ff. genannten Säugetieren nachgewiesen. Weitere Angaben über die Endknospen siehe auch unten im Kapitel Epiglottis des Menschen.

Neue Beobachtungen liegen vor von OPPEL *05* bei Manis javanica, während die Knospen bei Monotremen auf der Epiglottis noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen sind.

Lymphgewebe der Epiglottis: / Die Epiglottis enthält in ähnlicher Weise, wie die übrige Schleimhaut des Kehlkopfes beim Menschen adenoides Gewebe. Bei Hunden und Kaninchen enthält der Kehldeckel, wenn auch nicht in allen Fällen, gleichfalls adenoides Gewebe. Nur ist das Vorkommen desselben nicht so häufig, wie beim Menschen. Ferner findet man im subepithelialen Gewebe des Kehldeckels fast konstant eine größere oder geringere Menge von zerstreut liegenden Elementen, ähnlich denen, die LUSCHKA in dem submukösen Gewebe der Schleimhaut des Kehlkopfes beschrieben hat. / (KIAMIL *77.*)

Nerven. / STIRLING findet die markhaltigen Nerven der Epiglottis sehr zahlreich. (Kaninchen, Ratte, Katze, Hund, Schaf, Rind.) / (STIRLING *83a.*)

Die Nervenendigungen in der Epiglottis und besonders die intraepithelialen Nervenendigungen in den becherförmigen Organen derselben, wie sie RETZIUS *92* und PLOSCHKO *97* beschrieben haben, siehe oben p. 379 und 380ff.

Labium vocale (Stimmlippe).

Über die Benennung „Stimmlippe" siehe unten bei Mensch, Stimmlippe. Wir nennen Stimmlippe den prismatischen Gesamtkörper, fassen also unter diesem Namen die Schleimhautfalte (Plica vocalis), das elastische Band (Lig. vocale) und den in der Stimmlippe gelegenen Muskel zusammen.

Das elastische Band (Lig. vocale) der Stimmlippe verbindet bei den Säugetieren den Processus vocalis des Arytaenoidknorpels mit dem Thyreoidknorpel. Dieses Band ist ein altererbtes und seine erste Entstehung ist in dem Bandapparat jener Knorpel zu suchen, aus denen die Kehlkopfknorpel der Säugetiere hervorgegangen sind. Die Entwicklung des Lig. vocale ist bei den Säugetieren sehr wechselnd, zum Teil wenig entwickelt oder stark rückgebildet (z. B. bei Monotremen, vielen Marsupialiern und Edentaten) ist es bei anderen hochentwickelt (z. B. Canis familiaris, Homo sapiens) und ist hier der wesentlichste Bestandteil des stimmbildenden Apparates.

Sehr zweckmäßig für die Funktion erscheint es, daß die dieses Ligamentum vocale überkleidende Schleimhaut ein derbes geschichtetes Pflasterepithel trägt, und wir sehen letzteres sogar häufig da erhalten,

wo das Ligamentum vocale rückgebildet ist, wie bei vielen Marsupialiern (siehe oben p. 361 ff. und die unten bei der Einzelbesprechung des Kehlkopfes der Wirbeltiere gegebenen Abbildungen).

/ Daß das geschichtete Pflasterepithel im Kehlkopf im allgemeinen über das Stimmband nach abwärts greift, kann auch neues Licht auf die Kehlköpfe jener Tiere werfen, welchen, wie z. B. den Monotremen, nach manchen Autoren (z. B. GÖPPERT) ein Stimmband fehlt. Da berührt es doch eigentümlich, daß auch bei Monotremen das geschichtete Pflasterepithel bis in jene Gegend hineinragt, in der wir das Stimmband zu suchen hätten. Es wird unten geschildert werden, daß bei Echidna (auch bei Ornithorhynchus) vom Arytaenoid (dort, wo man dessen Processus vocalis erwarten sollte) zum Thyreoid ein unter dem Epithel gelegener Zug elastischer Fasern verläuft. Dieser Zug liegt im Bereich des geschichteten Pflasterepithels nahe dessen unterer Grenze. Wenn wir diesen Strang mit einem Stimmband vergleichen wollen, so kann nur die Frage sein, ob es sich um ein in der Entwicklung begriffenes Stimmband oder um ein rückgebildetes Stimmband handelt. Es ließe sich einmal folgendermaßen argumentieren: mit einer so schwachen Saite, die kaum ins Kehlkopflumen vorspringt, deren Spannungsmöglichkeit zudem zunächst nicht recht ersichtlich ist, wird das Tier einen lauten Ton nicht hervorbringen können. Bei anderen Säugetieren ist diese Saite stärker spannungsfähig und wölbt die Schleimhaut in Form der Stimmlippe ins Kehlkopflumen vor. Was liegt da näher als zu schließen, daß jene Saite bei Echidna ein Rudiment eines den Säugetieren ursprünglich zukommenden Stimmbandes ist? Gegen diese Beweisführung ließe sich aber mancherlei einwenden. Andererseits ließe sich auch sagen, diese Saite der Echidna stelle die ersten Anfänge eines dann bei höheren Säugetieren sich weiter entwickelnden Stimmbandes dar. Diese Annahme wäre besonders deshalb verlockend, weil wir uns nicht recht vorstellen können, wie denn plötzlich sprungweise bei einzelnen Säugetieren, z. B. beim Hund oder beim Menschen, ein hochentwickeltes Stimmband entstanden sein soll, während die niedersten Säugetiere, so die Monotremen und manche Marsupialier, kein Stimmband haben. Dem könnte eingewandt werden: es ist nicht verständlich, welche Bedeutung die wenig entwickelte Saite bei Echidna haben kann, und der Umstand, daß die Saite dann später bei höheren Säugetieren zum Stimmband wird, erklärt uns nicht die Ursache ihres ersten Entstehens. Es müßte also der Saite der Echidna zunächst eine andere Bedeutung zukommen, und die ist schwer zu ersehen. Immerhin ließe sich denken, daß in dem die Kehlkopfknorpel untereinander verknüpfenden Bandapparat sich einzelne stärkere Züge an Stelle des größten Druckes und Zuges entwickelt hätten, und wir müßten wohl bis auf die Bänder des Kiemenskelettes zurückgehen, wollten wir die erste allmähliche Entstehung jener Faserbündel verfolgen, welche später bei geeignetem Zusammenwirken von Muskulatur und Skelett als schwingungsfähige Membranen dienen können. Spuren derselben lassen sich aber bestimmt bei Monotremen in den von der Copula des Thyreoids zu den Aryknorpeln strahlenden Faserzügen erkennen.

Die Ausbildung der Saite erfolgt bei Monotremen, ebenso wie bei den Marsupialiern nur in der ventralen Hälfte des Kehlkopfes. Dies hängt jedenfalls mit der Form und Lage der Aryknorpel zusammen. / (OPPEL *05*.)

/ „Das Stimmband der Säugetiere hat meist eine von hinten unten nach vorn oben steil aufsteigende Verlaufsrichtung. Die eigentliche

Stimmsaite ist meist eine zarte, muskelfreie, oft 5 mm breite Schleimhautduplikatur, an welcher sich in einem Falle (Halmaturus giganteus) Flimmerepithel und gegen das Larynxinnere sich ergießende Drüsen als Kriterien einer echten Schleimhautduplikatur nachweisen ließen. Bei anderen Formen ist das Stimmband nur als kaum vorspringender, sehnig aussehender Streifen markiert. Bei niederen Tieren ist es sehr kurz, so daß die eigentliche Glottis nur $^1/_5$ des ganzen Glottisspaltes beträgt. Der Stimmbandmuskel ist in seiner primitiven Form ein kräftiges, parallelfaseriges Bündel, das sich bei höheren Formen in ein oberes stärkeres und unteres schwächeres Bündel differenziert. Weiterhin wird die untere Portion stärker oder es bildet sich die obere vollständig zurück, so daß wieder ein ungeteilter Stimmbandmuskel vorhanden ist. Wie schon FÜRBRINGER erwähnt, ist die bei den Anthropomorphen und beim Menschen auftretende Teilung des Muskels nicht im Zusammenhang mit der niederer Tiere." / (ALBRECHT *96a* und *b*.)

/ Aus meinen Ausführungen geht hervor, daß ich mich in entschiedenem Gegensatz zu ALBRECHT befinde, nach welchem das Stimmband in seinem primitiven Zustand eine Schleimhautduplikatur ist, während nach meiner Auffassung das Stimmband in seinem primitiven Zustand ein die Kehlkopfknorpel verbindendes Band, hervorgegangen aus dem Bandapparat des Kiemenskelettes, darstellt.

Was das Marsupialierstimmband im speziellen anlangt, so möchte ich mich nicht ALBRECHT *96a* und *b* anschließen, der im Halmaturusstimmband (drüsenhaltige Schleimhautfalte) ein primitives Verhalten sieht. Vielmehr möchte ich mit SYMINGTON und SUCKSTORFF (siehe unten) annehmen, daß das Marsupialierstimmband starkes geschichtetes Pflasterepithel und eine feste Bindegewebsschicht besitzt und drüsenfrei ist. Wo ein solches Stimmband fehlt (ich fand es wohlentwickelt bei zweien der von mir untersuchten Marsupialiern), dürfte es eher rückgebildet sein. / (OPPEL *05*.)

/ GIACOMINI beschreibt und vergleicht die Kehlköpfe vom Weißen, vom Neger, vom Buschmann, Orang, Chimpanzé, Macacus und Cercopithecus (siehe dort) an Querschnitten durch das Stimmband. In den von ihm gegebenen Abbildungen sind jedoch die histologischen Details (Epithel, Drüsen) etc. für meine Zwecke nicht genügend deutlich zu erkennen, so daß ich von einer Wiedergabe der Abbildungen und Angaben GIACOMINIS absehe und auf seine, namentlich das Verhalten des MORGAGNIschen Ventrikels und die Beziehungen des Musculus thyreo-arytaenoideus zum wahren Stimmband genau schildernde Originalarbeit verweise. / (C. GIACOMINI *92*.)

Epithel der Stimmlippe (vergl. besonders oben p. 359ff. bei Larynxepithel, sowie unten bei der Einzelbesprechung der verschiedenen Säugerkehlköpfe).

/ Die Beobachtungen von RHEINER am Menschen und verschiedenen Säugetieren (und von LEYDIG an den Luftwegen der Frösche und verschiedener anderer Amphibien, siehe dort) bestätigen, daß der zunächst für die Funktion der Stimmbildung dienende Teil, die Stimmritze eines flimmernden Überzuges entbehrt, und so durch ihr Plattenepithel in ein exzeptionelles Verhältnis zu den angrenzenden Teilen tritt. / (RHEINER *52a*.)

Stimmband: / „Das untere Stimmritzenband ist beim Menschen stark; bei den Affen noch stärker und dabei scharf; bei den Fleischfressern, Wiederkäuern und Beuteltieren dick; bei den Nagetieren und

Dickhäutern dünn und schneidend; bei den Walfischarten verschwindet es fast ganz."

„Das obere Stimmband ist beim Menschen dünn; bei den Brüllaffen stark und muskulös; bei den Nagetieren, Wiederkäuern und der Mehrzahl der Fleischfresser fehlt es; bei den Walfischen fehlt es ebenfalls fast ganz." / (C. MAYER *52*, p. 738.)

/ C. MAYER beschreibt im oberen Stimmband von starken Männern eine Knorpelfaserscheibe, an welche sich die Fasern des Musculus thyreoarytaenoideus ansetzen. Zwischen den Faserbündeln dieser Masse finden sich Drüsenkörner einer Glandula conglomerata. Deutlich findet man diesen Taschenbandknorpel, Cartilago vocalis s. Glottidis superior bei mehreren Säugetieren. Bei dem Heulaffen (Mycetes Belzebub) ist die Knorpelscheibe besonders entwickelt. Das untere oder eigentliche Stimmband ist dagegen weich, besitzt wenig Fasern und nur einen kleinen Knorpelkern, welcher als ein ovales Knötchen von der Größe eines Gerstenkornes in der Mitte der inneren Fläche des Schildknorpels ganz nahe neben dem der anderen Seite liegt. Bei den Säugetieren sind diese Knorpelkerne verhältnismäßig etwas stärker, bei dem genannten Affen beträchtlich entwickelt. Auch am hinteren Ende des unteren Stimmbandes, da, wo es sich an die Basis des Gießkannenknorpels ansetzt, fanden sich beim Erwachsenen zwei kleine Knorpelkörner vor. / (C. MAYER *26*.)

Neuere Ergebnisse über den Bau der Stimmlippe siehe unten in der Einzelbeschreibung des Kehlkopfes der Säugetiere und besonders des Menschen. Weil von allgemeiner Bedeutung, seien jedoch schon hier die Untersuchungen von REINKE *98* erwähnt, der nachwies, daß die Anordnung des elastischen Gewebes in der Stimmlippe des Menschen von der Funktion abhängig ist, indem diese Fasern entsprechend der konstanten Richtung des Zuges und senkrecht zur konstanten Richtung des Druckes stark ausgebildet sind, was SYMINGTON *99a* für den Hund und ich (OPPEL *05*) für niedere Säugetiere bestätigen konnten.

Papillen und Leisten der Stimmlippe: / Im Bereich der Stimmbänder hat BOLDYREW bei Mensch, Hund und Pferd Schleimhautpapillen als ein konstantes Vorkommnis getroffen. Jede dieser Papillen bekommt durch Abbiegen der Kapillarröhrchen in das Innere derselben eine Gefäßschlinge, deren Schenkel bald parallel, bald spiralig umeinander gedreht erscheinen. Die Papillen sind in den vorderen Teilen des Stimmbandes klein und spärlich, in den mittleren größer und in regelmäßige parallele Reihen (ähnlich wie im Pharynx) gestellt, gegen die Cartilago arytaenoidea zu am größten, aber spärlicher und unregelmäßig zerstreut, entsprechend verhalten sich die Gefäßschlingen. / (BOLDYREW *71a*.)

/ Nachdem schon 1888 durch B. FRÄNKEL nachgewiesen worden war, daß die menschliche Stimmlippe longitudinale Leisten der Schleimhaut enthält (frühere Autoren konstatierten Papillen), untersuchte BENDA, der FRÄNKELS Befund beim Menschen (siehe unten) bestätigt und erweitert, daraufhin auch Säugetiere.

Der Kehlkopf der Säugetiere scheint sich wechselnd zu verhalten. Die Leisten fehlten im Kehlkopf eines allerdings ziemlich jugendlichen Affen (Inuus nemestrinus). Dagegen fand sie BENDA sehr ausgebildet an einer mit Essigsäure macerierten Stimmlippe der Katze. / (BENDA *95c*.)

/ P. HEYMANN hat die Leisten beim Kaninchen nachweisen können, an einem Hundepräparat fanden sie sich ebenfalls, während sie an einem Kehlkopfe eines Affen und einem solchen eines neugeborenen Kindes nicht mit Sicherheit gefunden wurden. / (P. HEYMANN *95b*.)

Auf der anderen Seite besitzt auch Echidna ganz spezialisierte Einrichtungen, die keineswegs primitiven Charakter tragen.

Gegenüber den Verschiedenheiten, welche zwischen beiden Monotremen bestehen, fallen auf dem von GÖPPERT untersuchten Gebiet ihre Übereinstimmungen um so mehr in die Augen. Die Lage des Larynx hinter dem Velum palatinum, der Aufbau des Thyreoids aus zwei sowohl im fertigen Zustande, wie durch die Entwicklung deutlich charakterisierten Visceralbogen, das Verhalten des Epiglottisknorpels, die Anordnung der Muskulatur sind Eigenschaften, welche die Monotremen mit den höheren Säugetieren verbinden, sie dagegen scharf von den Reptilien trennen.

Vielfach sind die Monotremen dabei primitiver als die Placentalier und öfters auch als die Marsupialier. Hierher gehört das Fehlen des Arcus palato-pharyngeus und der hintere Abschluß der Mundhöhle durch Plicae palato-epiglotticae, denen außerhalb des Schluckaktes die Unterfläche des weichen Gaumens auflagert. Besonders fällt die Ursprünglichkeit des Aufbaues des Thyreoids in die Augen, an dem die Copula und zwei Bogenpaare noch ganz distinkt zu unterscheiden sind. Ein zweites Beispiel bietet der Dilatator laryngis, der bei den Monotremen, wie auch bei den Marsupialiern die Verlagerung seines Ursprunges vom letzten Thyreoidbogen auf das Cricoid noch nicht vollendet hat. Auch das Fehlen eigentlicher Stimmbänder ist hier anzuführen.

Auf der anderen Seite ist aber die Entwickelung der Monotremen mehrfach eigene Wege gegangen, und Eigentümlichkeiten der Organisation, die man keineswegs als primitiv deuten kann, unterscheiden die Gruppe von den übrigen Mammaliern. Eine derartige Besonderheit bilden die hochentwickelten Klappen an der unteren Grenze des Pharynx, die Valvulae pharyngo-oesophageae, denen nur bei einzelnen höheren Säugern unbeträchtliche Falten entsprechen.

Bemerkenswert ist endlich, daß bestimmte Eigentümlichkeiten Marsupialier und Monotremen verbinden und von den Placentaliern unterscheiden, so z. B. im Verhalten der Schließmuskulatur. / (GÖPPERT *01*.)

/ SYMINGTON *99b* hat die Knorpel des M o n o t r e m e n l a r y n x an einer vollständigen Serie durch den Kehlkopf von einer j u n g e n E c h i d n a und vom e r w a c h s e n e n O r n i t h o r h y n c h u s untersucht. — S c h i l d - k n o r p e l. DUBOIS fand, daß der Schildknorpel bei Monotremen aus einem schmalen Mittelstück bestand, welches mit zwei langen wohlentwickelten Paaren von Hörnern verbunden war. Auf dieses Verhalten gründete DUBOIS seine Lehre, daß der Säugerschildknorpel aus der Verschmelzung der Knorpel von zwei Kiemenbogenpaaren hervorgegangen sei mit einer oder zwei Copulae. SYMINGTON findet die Beschreibung von DUBOIS korrekt. Bei der von SYMINGTON untersuchten Echidna bildet der Schildknorpel eine einzige Knorpelmasse. Beim erwachsenen Ornithorhynchus war der mediane Teil des Schildknorpels knorpelig, während die Hörner eine beträchtliche Kalcifikation eingegangen waren und im Zentrum jeder kalcifizierten Masse fand sich eine deutliche Höhle. Der mediane Teil hing mit den Hörnern zusammen, ohne jede Spur von bindegewebiger Vereinigung. — E p i g l o t t i s. Während die Epiglottis der Säugetiere nach DUBOIS nicht von den Kiemenbogen abstammt, sondern eine Knorpelneubildung darstellt, leitet GEGENBAUR dieselbe vom Knorpel des sechsten post-oralen Bogen ab. Er begründet dies unter anderem damit, daß die Epiglottis bei den Monotremen aus hyalinem Knorpelgewebe bestehe (was damals von GÖPPERT bestätigt wurde) und sich in der Entwicklung paarig anlege. SYMINGTON weist durch verschiedene Färbe-

methoden (auch Orceïn) nach, daß der Epiglottisknorpel elastischer Knorpel ist. Ferner konstatiert SYMINGTON mit KALLIUS, daß sich die Epiglottis nicht paarig anlegt. Somit ist die Epiglottis eine unpaarige mediane Struktur, für welche die Annahme GEGENBAURS einer Ableitung aus der Verbindung lateraler Elemente nicht haltbar ist. — Cricoidknorpel. Bei Echidna bildet der Ringknorpel keinen vollständigen Ring, sondern ist dorsal unvollständig, während bei Ornithorhynchus der Ring vollständig ist. Dies stimmt mit den Resultaten von WALKER überein, während DUBOIS den Ringknorpel von Ornithorhynchus hinten als unvollständig abbildet. SYMINGTON konstatiert bei diesem Tier hinten einen tiefen medianen Einschnitt. Der vordere Rand des ventralen Teiles des Ringknorpels besitzt beim erwachsenen Ornithorhynchus einen medianen Fortsatz, welcher den Musculus thyreo-crico-arytaenoideus entstehen läßt und sich vorn mit dem Septum verbindet, von welchem die vorderen Fasern desselben Muskels entspringen. Dieser Fortsatz reicht nicht nach vorwärts bis zur Basis der Epiglottis, wie GEGENBAUR beschreibt. — Die Arytaenoidknorpel sind wohlentwickelt, werden aber nicht so groß wie bei manchen Marsupialiern. — Endlich beschreibt SYMINGTON die Lage des Interarytaenoidknorpels. (Procricoid von DUBOIS, findet sich auch bei Marsupialiern) und den Intercricoidknorpel (hinterer Procricoidknorpel von DUBOIS, findet sich nicht bei Marsupialiern). Über die Morphologie dieser zwei kleinen Körper ist nichts bekannt. / (SYMINGTON *99 b*, vergl. auch *00*.)

Epiglottis der Monotremen. / Die Epiglottis besteht hier, wie GEGENBAUR damals irrtümlich annahm, nur aus Hyalinknorpel. Ornithorhynchus besitzt kleinere Elemente als Echidna und bei letzterer kommt mehr eine säulenförmige Anordnung der Zellen zum Ausdruck. Bei Echidna ist eine Andeutung von Knorpelkapseln wahrgenommen worden. Eine Perichondriumschicht ist vorhanden. Der Knorpel zeigt Spuren ursprünglicher Paarigkeit. / (GEGENBAUR *92*.)

/ Der Epiglottisknorpel der Monotremen zeigt nirgends die bei höheren Formen so verbreiteten, von Drüsen eingenommenen Durchbrechungen und Defekte. GÖPPERT beschreibt die Gestalt dieses Knorpels bei Echidna und Ornithorhynchus eingehend. Während bei Echidna der Knorpel an der Basis paarig ist, konnte GÖPPERT diese von GEGENBAUR beschriebene Paarigkeit der Basis bei Ornithorhynchus nicht auffinden. Auch bei Marsupialiern fehlt Paarigkeit. Auch von zahlreichen höheren Säugetieren gibt GÖPPERT eine eingehende Beschreibung der Gestalt und der Verbindungen des Epiglottisknorpels unter Beigabe instruktiver Textfiguren. Die Befestigung am Thyreoid ist eine spätere Erwerbung einzelner Ordnungen, die wieder auf direktem oder indirektem Wege erreicht wird. Die direkte Befestigung (ohne Haftfortsätze) ist bereits bei Ornithorhynchus in Vorbereitung, bei den Marsupialiern liegt sie schon vollendet vor. Das Epiglottisskelett ist bei Echidna ein verhältnismäßig einfach geformtes Gebilde, was GÖPPERT als ursprünglichsten Zustand deutet. Bei den höheren Formen entwickelt es eine erhebliche Plastizität, es gehen Fortsatzbildungen verschiedener Art von ihm aus, die sich sogar zu selbständigen Stücken abgliedern können (Cartilago Wrisbergii, Ventrikeleingangsknorpel der Muriden und Arvikoliden).

GEGENBAUR hat den Epiglottisknorpel der Monotremen für hyalin erklärt. SYMINGTON hat bei Echidna und Ornithorhynchus reichliche elastische Fasern im Epiglottisknorpel nachgewiesen (Orceïnfärbung).

Göppert bestätigt (gleichfalls mit Orceïnfärbung) diesen Befund, und gibt eine eingehende Beschreibung des feineren Baues des Epiglottisknorpels bei diesen und verschiedenen höheren Wirbeltieren.

Die elastische Beschaffenheit kann jedoch nicht, wie Symington will, dem Epiglottisknorpel eine besondere Stellung gegenüber anderen aus Hyalinknorpel bestehenden Stücken zuweisen. Wie aus den Untersuchungen von Spuler hervorgeht, kann ursprünglich hyalinem Knorpel ein elastisches Netzwerk sekundär eingelagert werden. Es spricht alles dafür, daß der elastische Knorpel sich wenigstens phylogenetisch aus hyalinem herausgebildet hat.

Der Gegenbaurschen Ableitung des Epiglottisknorpels vom vierten Kiemenbogen spricht Göppert das höchste Maß von Wahrscheinlichkeit zu, obwohl sich ergab, daß der Epiglottisknorpel auch bei den Monotremen nicht in einem Kiemenbogen ontogenetisch angelegt wird./ (Göppert *01*.)

/Die Untersuchungsergebnisse Göpperts *01* betreffend den feineren Bau des elastischen Epiglottisknorpels bei Monotremen konnte ich bestätigen./ (Oppel *05*.)

Echidna aculeata var. typica. /Epithel: An der Auskleidung des Kehlkopfes von Echidna beteiligen sich zwei Arten von Epithel, nämlich geschichtetes Pflasterepithel und cilientragendes Zylinderepithel. Die Verteilung der beiden Epithelarten im Kehlkopfe von Echidna zeigt Fig. 180. Dort ist ersichtlich, daß das geschichtete Pflasterepithel vom Larynxeingang her (diesen in ganzer Ausdehnung samt den Randpartien der Epiglottis überkleidend) sich in das Innere des oberen Kehlkopfabschnittes hinein erstreckt, und zwar als breite Straße, welche quer zur Längsachse des Kehlkopfes verläuft. Ob das geschichtete Pflasterepithel vorne (ventral) vollständig zum Ringe abschließt, oder ob hier eine Brücke von Zylinderepithel zwischen dem oberen und unteren Bezirke des Zylinderepithels besteht, ließ sich auch an dem besser erhaltenen der beiden untersuchten Echidnakehlköpfe nicht mit Sicherheit entscheiden, da an der betreffenden Stelle das Epithel verloren gegangen war. Das Zylinderepithel kleidet den tiefsten Teil der Epiglottis (auf deren laryngealer Seite) aus, anfangs als schmale Zunge, dann im Kehlkopf rasch an Ausdehnung gewinnend, wie es die Fig. 180 zeigt. Jenseits des geschichteten Epithels im unteren Teil des Kehlkopfes setzt das flimmernde Zylinderepithel sofort in ganzer Breite des Kehlkopfes ein und kleidet denselben durchgehends nach abwärts aus, bis es in das entsprechend gebaute Trachealepithel übergeht.

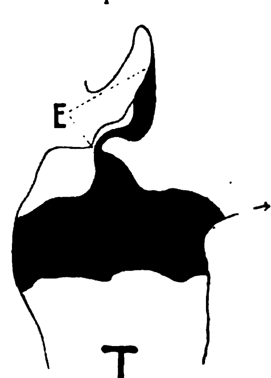


Fig. 180. **Kehlkopf von Echidna aculeata var. typica.** Rekonstruktionsfigur des Kehlkopfinneren samt Epiglottis *E*. *T* Trachea. Vergr. 5fach. Schwarz ist der Verbreitungsbezirk des geschichteten Pflasterepithels.

Was den feineren Bau der beiden Epithelarten anlangt, so unterscheidet sich das geschichtete Pflasterepithel im Innern des Kehlkopfes von dem im Pharynx und in der Mundhöhle befindlichen dadurch, daß es weniger derb erscheint und einer starken aufgelagerten, verhornten Schicht ermangelt. Es zeigt in seiner Höhe etwa 5–8 übereinander gelagerte Kernreihen.

Das Zylinderepithel, sowohl dasjenige im oberen Kehlkopfabschnitt (im Epiglottisgebiet), als das des unteren Kehlkopfabschnittes, welches sich in das Trachealepithel fortsetzt, zeigt deutliche Flimmerzellen, untermischt mit Becherzellen. Es zeigt zwei Lagen von Kernen, eine von mehr länglichen Kernen in der Mitte des Epithels und eine tiefere Schicht kürzerer, oft rundlicher Kerne an der Basis des Epithels, ohne daß deshalb Grund vorliegen würde, ein derartiges Epithel, wie dies früher bisweilen geschah, als ein geschichtetes zu bezeichnen.

Tunica mucosa: Die Lamina propria der Kehlkopfschleimhaut von Echidna ist nicht dick, ihre Höhe übertrifft, namentlich an Stellen, an denen sie Knorpel überkleidet, oft kaum die Höhe des Epithels, während sie anderwärts, namentlich an Stellen, an welchen Drüsen eingelagert sind, und an knorpelfreien Stellen oft beträchtlich dicker wird. Im Bindegewebe der Schleimhaut sind elastische Faserzüge (WEIGERTS Resorcin-Fuchsin) reichlich vorhanden. Schon im Kehlkopf zeigt sich, was sich nachher in der Trachea deutlicher ausspricht, das Vorhandensein einer besonders starken Ansammlung von elastischen Fasern direkt unter dem Epithel. Dieselben verlaufen in verschiedenen Richtungen, wobei jedoch die Längsrichtung vorherrscht. Die Schicht wird im Kehlkopf besonders dort deutlich, wo die Schleimhaut Knorpel überkleidet. An manchen Stellen, an denen die lockere Schleimhaut freiere Beweglichkeit gestattet, so z. B. in der Gegend der zu der Epiglottis ziehenden Falten, habe ich diese subepitheliale elastische Schicht streckenweise ganz vermißt.

Die subepitheliale elastische Schicht steht durch einzelne Züge elastischer Fasern in Verbindung mit den tiefer gelegenen stärkeren Zügen elastischen Gewebes, welche die Knorpel, Muskel, Drüsen, Blutgefäße etc. umgeben und welche an manchen Stellen dieselbe Dicke erreichen wie die subepitheliale Schicht elastischen Gewebes. Auch zahlreiche der die Knorpel untereinander verbindenden Bänder sind reich an elastischen Fasern. Von der Stelle des Arytaenoids, an der man einen Processus vocalis erwarten sollte, zieht zum Thyreoid ein direkt unter dem Epithel gelegener Zug elastischer Fasern. Derselbe bildet jedoch keineswegs eine so starke Prominenz, wie sie z. B. die Chorda vocalis des Menschen oder des Hundes zeigen, tritt überhaupt, wie bereits GÖPPERT *01* erkannte, in keiner Weise besonders hervor. Immerhin dürften diejenigen Forscher, welche Hund, Mensch und Echidna von einer gemeinsamen mit einem Stimmband versehenen Säugetierstammform ableiten, wohl an dieser Stelle einen Rest der bei Echidna in hohem Grade rückgebildeten oder sich erst entwickelnden Stimmsaite zu suchen haben.

Drüsen: Der Kehlkopf von Echidna ist reich an Drüsen. Bevorzugt sind diejenigen Stellen, an welchen lockeres Bindegewebe der Drüsenausbreitung Raum gewährt. Entwickelter sind also die Drüsenpackete der Epiglottis und am Kehlkopfeingang, ferner zwischen den einzelnen Kehlkopfknorpeln, während sie dort spärlich sind, wo die dünne Schleimhaut den Knorpeln dicht aufliegt. Doch finden sich auch an solchen Stellen einzelne kleinere Drüsen. Im Bereich der Stelle, an welcher man das Stimmband erwarten sollte, fehlen Drüsen ganz, um dann weiter kaudal sich kräftig zu entwickeln. An einigen Stellen lagen Drüsen nicht nur zwischen Epithel und Knorpel in der Schleimhaut, sondern auch außerhalb der Knorpel. Solcher oft nicht unbeträchtlicher Drüsenpackete Ausführgänge dringen dann an den Verbindungsstellen der Knorpel durch das Bindegewebe zur Schleimhautoberfläche.

Von größeren Drüsengruppen möchte ich im Echidnakehlkopf folgende unterscheiden:

1. Die Drüsen der Epiglottis. Betrachtet man einen Querschnitt durch die Epiglottis (siehe unten Fig. 182), so sieht man, daß der größere laryngeale Teil desselben mit Drüsenschlauchquerschnitten angefüllt ist, während der Knorpel, der lingualen Seite nahe, unter dem Epithel liegt. Zahlreiche Drüsenausführgänge sieht man aus dieser Drüsenmasse gegen das Kehlkopflumen zu münden, einzelne auch in den seitlichen laryngealen Epiglottisabschnitten, also auf der Seite, welche die seitlichen Epiglottisausläufer den Plicae aryepiglotticae zukehren. Vielfach durchdringen da die Drüsenausführgänge die Nodulianhäufung, welche sich dort befindet und von der nachher die Rede sein wird.

2. Eine am Kehlkopfeingang liegende, dem kranialwärts schauenden Fortsatz des Arytaenoids beiderseits dorsal aufgelagerte Drüse. Dieselbe greift nach abwärts beiderseits noch etwas auf die Innenseite des Arytaenoids herein. Diese Drüse, sich dem Arytaenoidknorpel innig anschmiegend, liegt zu Anfang, ehe sie in das Kehlkopfinnere eintritt, in den dorsalen, sich median verbindenden Enden der beiden Schenkel der Plica ary-epiglottica.

3. Eine etwas weiter kaudal als erstere befindliche Drüsengruppe, welche ventral zum Arytaenoid zwischen dem Arytaenoid und dem Thyreoid liegt, in dem Raume, welcher zwischen dem M. th. cr. ar. und der ventralen Arytaenoidseite und der Kehlkopfschleimhaut frei bleibt.

4. In dieser Höhe treten aber bald auch weitere kleine Drüsenkomplexe auf, zuerst auf der ventralen Seite des Kehlkopfes, also der hier kranialwärts ragenden Spitze des Cricoids angelagert, und dann weiterhin in der ganzen Circumferenz des Kehlkopfes.

5. Die in der ganzen Circumferenz des Kehlkopfes auftretenden Drüsen sind kleiner, während die unter 3 und 4 genannten Drüsen, sich vereinigend und beiderseits an der lateralen Seite des Kehlkopfes im knorpelfreien Spatium nach abwärts ziehend, ein Drüsenpacket von ziemlichem Umfang darstellen.

Was den feineren Bau der Kehlkopfdrüsen bei Echidna anlangt, so fanden sich neben kleineren Zellen und ganzen Schläuchen mit kleineren Zellen mit rundlichem, zentral gelegenem Kern und mehr gekörntem Protoplasma größere Zellen mit wandständigem Kern und hellem Zellinhalt. Letztere Art von Zellen waren unter den Drüsen der Epiglottis zahlreicher vorhanden als in den Drüsen im Kehlkopfinneren. Die Drüsenausführgänge zeigten ein hohes zylindrisches Epithel mit zahlreichen Basalzellen.

Lymphgewebe: Lymphgewebe fand ich im Echidnakehlkopf (abgesehen von frei wandernden, vereinzelten Leukocyten) nur an wenigen bestimmten Stellen. Zwei derselben (jederseits eine) zeigen eine so bedeutende Anhäufung von Lymphgewebe, daß diese Stellen geradezu den Namen Mandeln, Tonsillen, welchen wir derartigen Bildungen gerne geben, verdienen. Diese Lymphgewebsanhäufungen liegen jedoch nicht im Innenraum des Kehlkopfes selbst, sondern außerhalb desselben, in dem von den Plicae aryepiglotticae und der Basis der Epiglottis jederseits gebildeten Winkel. Diese Tonsille besteht aus einer Anhäufung von zahlreichen Lymphnoduli ausgesprochenen Charakters und mehr oder weniger scharfer Abgrenzung. In der Umgebung liegt vielfach diffuses Lymphgewebe. Das Oberflächenepithel ist in ganzer Ausdehnung dieser Tonsille ein geschichtetes Pflasterepithel, das sich insofern gegen das

umgebende Epithel verändert zeigt, indem sich über den Noduli an vielen Stellen starke Leukocyteninfiltrationen auch im Epithel finden, oft in solchem Maße, daß die Grenzen zwischen Epithel und Lymphgewebe undeutlich werden. An einigen Stellen greift die Tonsille auch auf die das flimmernde Zylinderepithel tragende Region über. In dem die laryngeale Epiglottisfläche einnehmenden Teil dieser Tonsille ließen sich Drüsenausführgänge nachweisen, welche zwischen den Nodulihaufen zur Oberfläche traten.

Eine weitere, jedoch unbedeutendere Ansammlung von Noduli und Lymphgewebe fand ich auf der laryngealen Seite der Epiglottis in der Mittellinie; auch hier durchbrachen Drüsenausführgänge das Epithel, um an dessen Oberfläche zu münden.

Vereinzelte Noduli sah ich selten, so z. B. auf der laryngealen Seite der Epiglottis, nahe der Basis innerhalb (also medial) von der Abgangsstelle der Plica aryepiglottica, auch hier in der Nähe von Drüsenausführgängemündestellen.

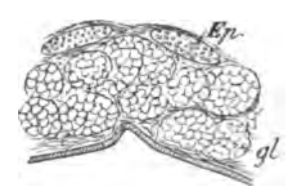


Fig. 181. **Epiglottis von Echidna setosa.** Querschnitt durch die Basis. *Ep* Epiglottisknorpel, *gl* Drüsen. (Nach GEGENBAUR *92*.)

Knorpel: Der Echidnakehlkopf zeigt zwei Arten von Knorpel, hyalinen Knorpel und elastischen Knorpel. Elastischer Knorpel fand sich in der Epiglottis und in einem im elastischen Gewebe eingebetteten kleinen Knorpelchen am Kehlkopfeingang, welches der medialen Fläche des Arytaenoids nahe dessen oberem Rande eingelagert war. Die übrigen Kehlkopfknorpel sind hyaliner Knorpel, wenn auch an vereinzelten Ansatzstellen elastischer Fasermassen einzelne mit Resorcin-Fuchsin (WEIGERT) färbbare Fasernetze in den Knorpel einstrahlen. (OPPEL *05*.)

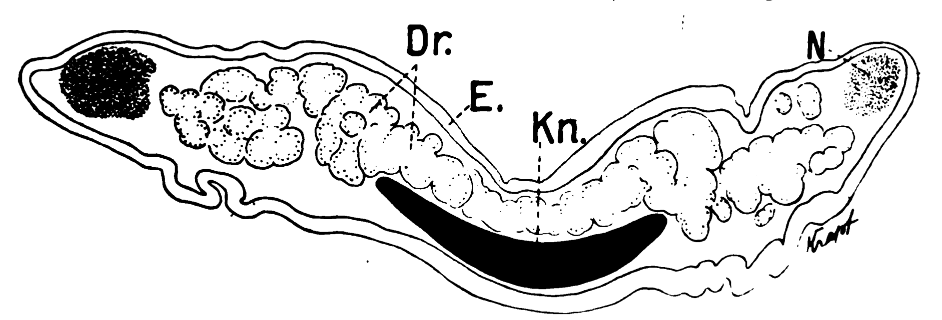


Fig. 182. **Epiglottis von Echidna aculeata var. typica.** Querschnitt durch die Epiglottis aus einem Frontalschnitt durch den Kehlkopf. Zeigt die geringe Ausdehnung des Knorpels *Kn* im Verhältnis zu den Drüsen *Dr* und Noduli *N*. *E* Epithel. Die laryngeale Seite sieht nach oben. Vergr. 20fach, reduziert auf 3/4.

Epiglottis von Echidna. Unter der Oberfläche der Schleimhaut finden sich mächtige Massen acinös angeordneter Drüsenschläuche, an der Basis der Epiglottis. Auch unterhalb der Knorpel, tiefer in dem Kehlkopf besteht dieselbe Drüsenlage. (GEGENBAUR *92*.)

Zur Ergänzung der GEGENBAURschen Fig. 181 kann meine Fig. 182 dienen, welche einen Querschnitt durch den freien Teil der Epiglottis darstellt und die räumliche Verteilung von Knorpel, Drüsen, Noduli und Epithel zeigt. Der Knorpel tritt hier im Verhältnis zu den anderen Ge-

weben so bedeutend an Menge zurück, wie ich dies bei keinem anderen Säugetier beobachtet habe. Bedeutend entwickelt und ganz unabhängig vom Knorpel treten die Drüsen in die Erscheinung. Keinesfalls dürfen wir daher annehmen, daß hier die Drüsen nur als Lückenbüßer an Stelle des schwindenden Knorpels entstanden seien, vielmehr möchte ich annehmen, daß die Glandulae epiglotticae eine alte Bildung darstellen, welche in der Epiglottis jedenfalls schon zu einer Zeit entstanden, ehe der Knorpel in der Epiglottis jene räumlich prädominierende Stellung gewonnen hatte, welche er, wie wir unten sehen werden, bei zahlreichen höheren Säugetieren einnnimmt.

Während nach GÖPPERT *94a* der Epiglottisknorpel bei Echidna bekanntlich aus festem Hyalinknorpel besteht, hat derselbe später (GÖPPERT *01*) die elastischen Fasern erkannt und (siehe oben p. 387) beschrieben.

Ornithorhynchus anatinus. /Epithel: Die Anordnung des Epithels im Kehlkopf zeigt Figur 183. Der Kehlkopfeingang besitzt geschichtetes Pflasterepithel, welches auch den Kehldeckel überkleidet, der in der Figur infolge Ausfalls der Richtlinie nicht dargestellt werden konnte. Hierin zeigt sich also ein Unterschied gegenüber von Echidna, bei der (siehe dort) auch flimmerndes Zylinderepithel an der Überkleidung der Epiglottis teilnimmt. Im übrigen reicht das geschichtete Pflasterepithel bei beiden Monotremen annähernd gleichweit im Kehlkopf nach abwärts und endigt in dem untersuchten Ornithorhynchuskehlkopf in einer nach oben konvex vorspringenden Linie. Daran schließt sich ein flimmerndes Zylinderepithel von wechselnder Höhe. Zu Anfang ringsum und weiter abwärts entsprechend den Enden der Knorpelringe ist es höher, während es an manchen den Knorpelringen anliegenden Stellen der Trachealschleimhaut nur noch eine einzige Kernreihe erkennen läßt.

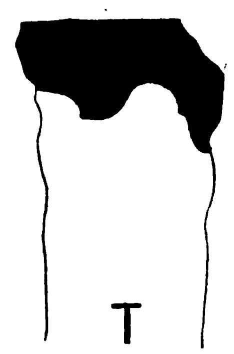


Fig. 183. **Kehlkopf von Ornithorhynchus anatinus.** Rekonstruktionsfigur des Kehlkopfinneren, beginnend vom kaudalen Ende des Aditus laryngis, nach abwärts noch den Anfang der Trachea *T* begreifend. Schwarz ist der Verbreitungsbezirk des geschichteten Pflasterepithels. Vergr. 5fach.

Schleimhaut: Bei Ornithorhynchus tritt im elastischen Gewebe der Schleimhaut eine gegen die Trachea zu immer deutlicher werdende subepitheliale, zum Längsverlauf tendierende elastische Schicht auf. Im Kehlkopfeingang tritt in der Gegend, wo die Stimmbänder zu erwarten wären, eine elastische Fasermasse auf, die etwa um Epithelhöhe tiefer liegt als die weiter abwärts im Kehlkopf auftretende subepitheliale Schicht. Über dieser Stimmbandgegend und namentlich in deren kaudalen Partien zeigt die Schleimhaut im Schnitt papilläre Erhebungen, welche das darüberliegende geschichtete Pflasterepithel zum Teil ausgleicht, und welche sich in der Schnittserie als schräg von vorn nach hinten abwärts verlaufende Längsleisten erweisen. Wenn auch starke elastische Faserzüge von dem Punkte des Arytaenoids, an dem man einen Processus vocalis erwarten sollte, zum Thyreoid strahlen, so läßt sich doch bei Ornithorhynchus ebensowenig wie bei Echidna das Vorhandensein eines deutlich ins Kehlkopfinnere vorspringenden, scharf abgesetzten Stimmbandes mehr nachweisen./ (OPPEL *05*.)

Da diese Dinge jedoch von größter Wichtigkeit für die Entstehung des Stimmbandes sind, habe ich zwei Figuren (Fig. 184 und 185) anfertigen lassen, welche zeigen, wie jener elastische Strang, welchen ich als Stimmband auffasse, von den Aryknorpeln (Fig. 184 *kn''*) zum Thyreoid (Fig. 185 *kn'''*) verläuft. Dieser Strang, dessen erste Entstehung meiner Ansicht nach im Bandapparat jener Knorpel zu suchen ist, aus denen die Kehlkopfknorpel hervorgegangen sind, lag freilich in seiner ersten Entstehung nicht der Stimmbildung ob. Er erreichte jedoch in seiner früheren Funktion (Verbindung der beiden Knorpel) eine so hohe Ausbildung, daß er, als die neue Funktion (die Stimmbildung) an ihn herantrat, bereits die zu dieser Funktion nötige Stärke besaß. Die beiden Figuren zeigen ferner die Anordnung der Glandulae arytaenoideae und das den Monotremen eigentümliche paralaryngeale Lymphorgan.

Fig. 184. Fig. 185.

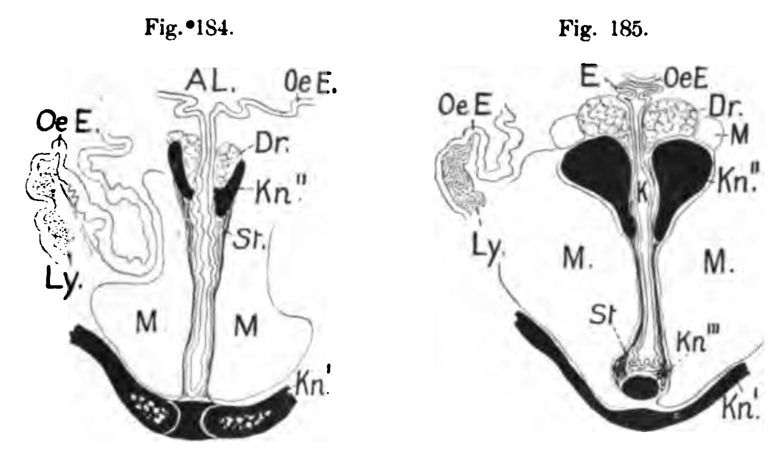


Fig. 184 und 185. **Kehlkopf vom Schnabeltier, Ornithorhynchus anatinus.** Zwei Querschnitte, der eine 184 zeigt die Verbindung des Stimmbandes mit dem Aryknorpel, der andere 185 die Verbindung des Stimmbandes mit dem Thyreoid. *OeE* Oesophagusepithel, *Al* Aditus ad laryngem, *K* Kehlkopflumen, *St* Stimmband, *Dr* Drüsen, *Ly* Lymphgewebe, *Kn'*, *Kn''*, *Kn'''* Knorpel, *M* Muskel, *E* Kehlkopfepithel. Vergr. 11fach, reduziert auf 4/5.

/Drüsen: Hinsichtlich der Drüsenanordnung dürfte bei Ornithorhynchus derselbe Typus herrschen wie bei Echidna. Von den vier dort genannten Drüsengruppen sind jedoch nur die beiden ersten, nämlich die der laryngealen Epiglottisfläche und die der Arytaenoidspitze aufgelagerten Drüsengruppen mächtig entwickelt, die beiden im Inneren des Kehlkopfes gelegenen Drüsengruppen dagegen sind entsprechend den hier bestehenden, durch stärkere Muskelentwicklung bedingten Raumverhältnissen weniger umfangreich. Immerhin ließ sich die bei Echidna konstatierte, mit 3 bezeichnete Drüsengruppe auch bei Ornithorhynchus deutlich nachweisen. Weiter abwärts im Kehlkopf finde ich Drüsen bei Ornithorhynchus nicht so reichlich wie bei Echidna. Eine Bestimmung der Zellarten, welche die Drüsen des Ornithorhynchuskehlkopfes zusammensetzen, erlaubte der Erhaltungszustand des Präparates nicht.

Lymphgewebe: Auch bei Ornithorhynchus konnte ich eine Noduli enthaltende größere Anhäufung von Lymphgewebe, wie bei Echidna, außerhalb des eigentlichen Kehlkopfes auffinden. Da das Präparat auf der einen Seite defekt war, konnte ich dieselbe nur auf der besser erhaltenen

Seite wahrnehmen. Sie lag etwas mehr lateral als bei Echidna. auf der lateralen Seite der Plica aryepiglottica, etwa an der in GÖPPERTS *01*, Fig. 1 mit einem Stern gekennzeichneten Stelle, welche GÖPPERT als „seitlich vom Kehlkopf vorbeiführenden Speiseweg" auffaßt. Wie weit sich dieses Lymphorgan bei Ornithorhynchus gegen den Rachen und eine etwaige Rachentonsille fortsetzt, konnte ich nicht feststellen. / (OPPEL *05*.)

Ornithorhynchus. / Knorpel: Der mittlere Teil des Schildknorpels ist knorpelig; der Seitenteil knöchern, dazu kommen noch auf jeder Seite Knochenblätter, ein vorderes und ein hinteres. Der Ringknorpel enthält beim Schnabeltier vorn und in der Mitte etwas harte Knochensubstanz. / (MECKEL *23*.)

/ Ich selbst konnte hinsichtlich der Verteilung von hyalinem Knorpel, elastischem Knorpel und Knochen die Angaben von GÖPPERT *01* bestätigen. / (OPPEL *05*.)

Marsupialia.

Makroskopisch wurde der Marsupialierkehlkopf in zahlreichen Arbeiten (siehe oben p. 358) beschrieben, so auch von CUVIER *10*, Vol. 4, p. 357 f., MECKEL *33*, C. MAYER *52*, OWEN *39/47a*. p. 309 f., KÖRNER *84a* und *84c*, ALBRECHT *96b*, p. 234 ff., PARSONS *96*, SYMINGTON *99a*, LECHE in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, 5. 1, p. 1120 f., GEGENBAUR *01* und anderen Autoren.

/ Die Beschreibung, welche SYMINGTON *99a* vom Marsupialierkehlkopf gibt, bezieht sich, soweit nichts anderes angegeben ist, auf Macropus bennettii. Eine Eigentümlichkeit des Marsupialierlarynx ist, daß Ring- und Schildknorpel vorn verbunden sind, so daß die mikroskopische Untersuchung die Verbindungslinie nicht erkennen läßt. Der Schildknorpel ist auch mit den Seiten des Ringknorpels vermittelst der Hinterhörner fest verbunden. Bei einem jüngeren Macropus ließ sich an der vorderen Verbindungsstelle dichtes embryonales Bindegewebe nachweisen, so daß die Verbindung als sekundärer Prozeß erscheint. SYMINGTON bringt diesen Umstand dazu in Beziehung, daß die Stimmbänder bei den Beuteltieren äußerst rudimentär werden und eine große Zahl dieser Tiere stimmlos sind. Bewegungen zwischen Cricoid und Thyreoid sind dadurch weniger wichtig, worin die Ursache der Tendenz für die Verschmelzung der beiden Skelettstücke gegeben erscheint.

GEGENBAUR hat vollständige Verschmelzung bei Perameles konstatiert.

Meist ist der obere und mediane Teil des Schildknorpels erweitert und bildet einen Recessus, dessen Höhle von einer Schleimhaut ausgekleidet ist, welche unten und hinten (dorsal) mit der des Larynx zusammenhängt. ALBRECHT beschrieb diese blasenähnliche Erweiterung als sehr hoch entwickelt bei Cuscus, wo sie bis in die Zungenbasis reicht, während er sie bei Phascolarctus cinereus ganz fehlend fand. GEGENBAUR bildet sie bei Phalangista vulpina ab. SYMINGTON fand die Höhle schon bei einer 20 mm langen Phalangista entwickelt.

Der Schildknorpel zeigt ausgesprochene Tendenz zur Ossifikation. Bei einem 2 cm Kopflänge zeigenden Beuteljungen vom Kanguroo hatte die Ossifikation in jedem Flügel, nahe seinem unteren Horn begonnen. Beim erwachsenen Macropus bennettii lag die ossifizierte Area gegen den hinteren Teil der Ala, und bei keinem Marsupialier fand sich irgend eine Ossifikation desjenigen Teiles des Schildknorpels, welcher seine zwei Seitenplatten verbindet.

Gegenbaur in einer Abbildung von der erwachsenen Phalangista vulpina (Kehlkopf von hinten) zeichnet den Ringknorpel hinten unvollständig, ohne dies im Text zu erwähnen, was von Wichtigkeit für die allgemein angenommene Ansicht wäre, daß der Ringknorpel einfach ein modifizierter Trachealring ist. Symington fand bei allen von ihm untersuchten Marsupialiern, daß der Ringknorpel einen vollständigen Ring bildet, wie bei den höheren Säugetieren.

Jeder Arytaenoidknorpel besitzt drei wohlentwickelte Fortsätze, einen vocalis, einen muscularis und einen articularis. Daß letzterer mit dem der entgegengesetzten Seite artikuliert, scheint bisher meist übersehen worden zu sein.

Der nach Luschka beim Menschen sehr selten vorhandene Interarytaenoidknorpel ist bei Marsupialiern regelmäßig vorhanden (Dubois nennt ihn Procricoid). Er besteht, wie die Epiglottis, aus gelbem elastischem Knorpel, so bei Didelphys virginiana (Orceïn). Der obere und hintere Teil der Arytaenoidknorpel mag auch etwas elastischen Knorpel enthalten, aber die große Masse dieser Knorpel und das Ganze des Crico-Thyreoid besteht aus hyalinem Knorpel.

Bei der Mehrzahl der Marsupialier finden sich nicht Aryepiglottisfalten, welche die Larynxöffnung eingrenzen: die Seitenränder der Epiglottis wenden sich rückwärts und verschwinden allmählich an der Pharyngealwand, indem sie das bilden, was Plicae laterales genannt wird. Diese Falten sind von den Arytaenoidknorpeln durch deutliche Sulci getrennt. Doch mag es bei einigen kleineren Marsupialiern zur Bildung von Plicae ary-epiglotticae kommen. / (Symington *99a.*)

/ Ich fand im Gegensatz zu Symington, daß das Procricoid der Marsupialier nicht aus elastischem, sondern aus hyalinem Knorpel besteht (Didelphys, das Objekt Symingtons, habe ich nicht untersucht, aber zahlreiche andere Marsupialier). / (Oppel *05.*)

/ Suckstorff hat die Arbeiten von Körner (siehe unten) am Marsupialierkehlkopf aufgenommen und fortgesetzt unter Benutzung des von Körner gesammelten Materials. Die Arbeit Suckstorffs behandelt zunächst das Knorpelgerüst und die Muskulatur des Kehlkopfes einiger Marsupialier (Macropus rufus, M. robustus, M. giganteus, M. penicillatus, Halmaturus Thetidis). Einen rudimentär auch bei anderen Säugern vorkommenden (nach Luschka mitunter sogar beim Menschen) Knorpel nennt Körner Cartilago sesamoidea sive papilionacea, Symington dagegen Cartilago interarytaenoidea. Da dieser bei Marsupialiern konstant vorkommende Knorpel oberhalb der bindegewebigen Verbindung der beiden Arytaenoidknorpel liegt und kaum über den Beginn dieser Verbindung hinabreicht, ist es nach Suckstorff falsch, denselben als Praecricoid zu bezeichnen, wie dies Dubois tut, da dieser Knorpel mit der Cartilago praecricoidea nichts zu tun hat. / (Suckstorff *03.*)

Muskulatur. / Symington, welcher, soweit im folgenden nichts anderes angegeben ist, Macropus bennettii untersuchte, findet, daß die Muskulatur des Marsupialierlarynx von der für Säugetiere typischen Anordnung abweicht, infolge der Verbindung zwischen Ring- und Schildknorpel, welche zu dem mehr oder weniger vollständigen Verschwinden des M. crico-thyreoideus führt, während ein wohlentwickelter Interarytaenoidknorpel den Musculus interarytaenoideus modifiziert. Symington, der Serienschnitte durch den Kehlkopf von Beuteljungen von Macropus bennettii angefertigt und durch Schnitte von erwachsenen Didelphys virginiana und Macropus robustus vervollständigt hat, kann die Angaben

von KÖRNER hinsichtlich der Muskeln des Marsupialierkehlkopfes im wesentlichen bestätigen und in einigen Punkten erweitern.

KÖRNER beschreibt den Thyreoarytaenoideus und crico-arytaenoideus lateralis als zu einem einzigen Muskel verbunden, welcher den vorderen Teil des inneren Sphinkter des Kehlkopfes darstellt. Nach SYMINGTON findet sich zwar kein deutliches Bindegewebsseptum zwischen den beiden Muskeln, aber ihre Verbindung ist wahrscheinlich keine intimere als bei manchen anderen Säugetieren.

Der M. cricothyreoideus fehlt nach KÖRNER (siehe unten) vollständig. SYMINGTON bestätigt dies für den M. cricothyreoideus anticus (des Menschen), ein kleiner Cricothyreoideus posticus fand sich beim Beuteljungen von Macropus beiderseits, doch ließ sich seine Anwesenheit bei erwachsenen Marsupialiern nicht mit Sicherheit feststellen.

Den von FÜRBRINGER bei mehreren placentalen Säugern (Dasyprocta und Delphinus) beschriebenen Musculus kerato-crico-arytaenoideus posticus findet SYMINGTON bei Macropus bennettii. Kleiner als dieser Muskel ist der M. crico-arytaenoideus posticus internus.

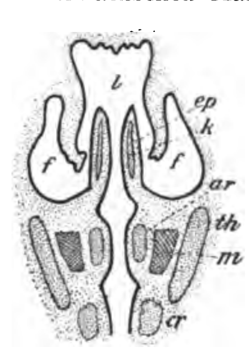


Fig. 186. **Kehlkopf eines 6,5 cm großen Beuteljungen von Halmaturus.** Frontalschnitt. *ep* Epiglottis, *k* Knorpel derselben, *th* Thyreoid, *cr* Cricoid, *ar* Stellknorpel, *m* Musc. thyr.-arytaenoideus, *l* Cavum pharyngonasale, *f* Fauces. (Nach GEGENBAUR *01.*)

Die Eigentümlichkeit des M. arytaenoideus beruht darin, daß die Mehrzahl seiner Fasern oder der ganze Muskel durch den Interarytaenoidknorpel unterbrochen wird./ (SYMINGTON *99a.*)

/Der Epiglottisknorpel der Marsupialier zeigt elastische Modifikationen, weniger bei Dasyurus und Peramales, mehr bei Halmaturus, dabei bleibt aber immer noch zuweilen über Strecken hin völlig hyaline Interzellularsubstanz erhalten. Bei Dasyurus ist die Interzellularsubstanz nur wenig entwickelt. Feinere elastische Netze fehlen, dagegen machen sich hin und wieder breite Faserzüge bemerkbar. Feine Netze sind dagegen bei Halmaturus vorhanden, auch die Knorpelzellen zeichnen sich durch größere, meist in Mehrzahl vorhandene Fetttröpfchen aus./ (GEGENBAUR *92.*)

Diese Angaben GEGENBAURS sind wohl auch mit Vorsicht aufzunehmen, da dieser Forscher in der Monotremenepiglottis die elastischen Fasern ganz übersah.

Fig. 186 zeigt einen Frontalschnitt durch den Kehlkopf eines Beuteljungen von Halmaturus nach GEGENBAUR *01.*

Stimmlippe: /Bei Halmaturus giganteus wird die Stimmritze ausschließlich von der Spalte zwischen den Rändern der Gießbeckenknorpel gebildet. Die Processus vocales ragen frei in das Innere des Larynx hinein. Weder ein Stimmband noch irgend eine Schleimhautfalte, die sich als solches deuten ließe, ist vorhanden. Es laufen sogar Schleimhautfältchen senkrecht zur Richtung eines eventuellen Stimmbandes durch den zwischen den Processus vocales und der vorderen Larynxwand liegenden freien Raum, die Faserrichtung des Musculus thyreo-arytaenoideus kreuzend. Ein Musculus crico-thyreoideus fehlt hier vollständig./ (KOERNER *84a* und *c.*)

/ Bei Halmaturus Billardierii fehlt der Musculus cricothyreoideus gleichfalls, wohl aber ist das Rudiment eines Stimmbandes vorhanden. / (KOERNER *84 b.*)

Stimmband von Halmaturus giganteus: / ALBRECHT fertigte aus dem einen Stimmbande von Halmaturus giganteus, den Processus vocalis inbegriffen, Serien an (siehe Fig. 187—189) und fand:

1. Epithel (in der Regio interarytaenoidea). Die von unten den Aryknorpel überziehende Schleimhaut zeigt schönes, sehr hohes Flimmerepithel bis ungefähr zur Mitte des Knorpels. Dann tritt eine ganz kurze Strecke ein Übergangsepithel auf, indem die Zellen ihren schönen Wimpersaum verlieren und nicht mehr so regelmäßig palissadenartig nebeneinander stehen. Nun folgt typisches Pflasterepithel in breiter, mehrfacher Lage. Die obersten Zellenlagen zeigen sogar stellenweise Verhornung. Auch Papillenbildung findet sich; gegen die Spitze des Knor-

Fig. 187. Fig. 188.

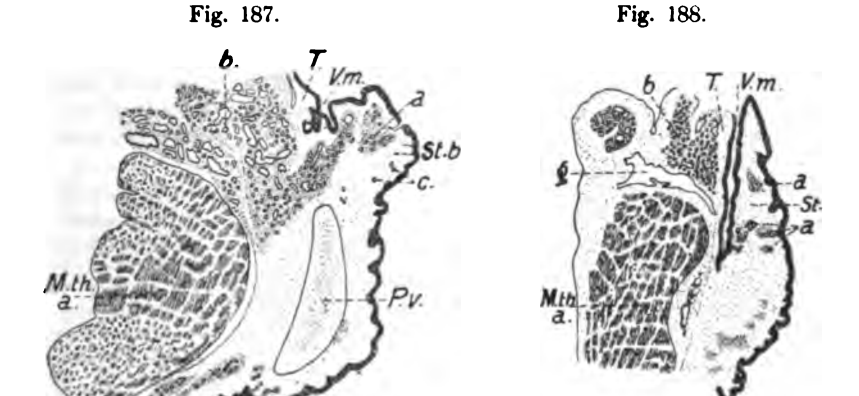


Fig. 187. **Stimmband von Halmaturus giganteus.** Frontalschnitt. Stückfärbung mit Kochenille-Alaun. Schwache Vergrößerung. Der Schnitt geht durch die Spitze des Processus vocalis. *M.th.a* Musculus thyreo-arytaenoideus; *T* Taschenband; *Vm* Ventriculus Morgagni; *Pv* Processus vocalis; *Stb* Stimmband; *a* isolierte Drüsengruppe an der medialen Fläche des Stimmbandes mit gegen das Larynxlumen sich öffnendem Ausführgang; *b* Drüsengruppe im Morg. Ventrikel und Taschenband, *c* kleine, im Stimmbande liegende Drüsengruppen. (Nach H. ALBRECHT *96 b.*)

Fig. 188. **Stimmband von Halmaturus giganteus.** Frontalschnitt aus dem vorderen Drittel des Stimmbandes. *a* kleine Drüsengruppe im Stimmbande, *b* Drüsengruppe im Taschenbande. Der Stimmbandmuskel (*M.th.a*) liegt ganz außerhalb des Stimmbandes. *g* Gefäß, *T* Taschenband, *Vm* Ventriculus Morgagni, *St* Stimmband. (Nach H. ALBRECHT *96 b.*)

pels hin wird das Epithel allmählich höher und setzt sich als Übergangsepithel fort. Dasselbe zeigt eigentümliche große Zellleiber in oberflächlicher Lage, auf die reichliche Lagen von ähnlichen großen runden Zellen folgen. In der Nähe der Kante der Falte findet sich aber überall deutliches Flimmerepithel, wenn auch nicht so schön ausgebildet wie an der Larynxschleimhaut. Dieses Epithel setzt sich dann in den Sinus, den das Stimmband, respektive der Aryknorpel mit der Larynxwand (Schildknorpel) bildet (Morg. Ventr.), fort. Danach erscheint in der Regio interarytaenoidea der gekrempte Rand, der den Processus vocalis überzieht, mit Flimmerepithel bekleidet.

Im mittleren Anteil des Stimmbandes zeigen sich dieselben Verhältnisse, wie oben beschrieben: schönes Flimmerepithel der Larynx-

schleimhaut, kurzer Übergang mehrfach geschichteten Pflasterepithels, das bis zur Stimmbandkante reicht, nur in etwas schmälerer Strecke. Die Zone des Pflasterepithels scheint aber, je weiter man in der Serie nach vorn kommt, um so höher gegen die Kante zu rücken und um so mehr abzunehmen. Am vordersten Anteil des Stimmbandes präsentiert sich das Flimmerepithel am freien Teil des Stimmbandes besonders schön (siehe Fig. 189). Von Pflasterepithel ist nichts mehr zu sehen, sondern überall Zylinder- resp. Flimmerepithel. Die ganze Kante dieses Stimmbandes bis nach vorne zum Schildknorpel ist also mit hohem Zylinderepithel bekleidet.

2. Die acinösen Schleimdrüsen der Larynxschleimhaut umgeben in dichten Häufchen die Basis des Aryknorpels und bilden daselbst eine ziemlich mächtige Gruppe. Sie setzen sich bis ungefähr zur Mitte des Aryknorpels in etwas schmächtigerer Lage fort, und zwar liegen sie hier

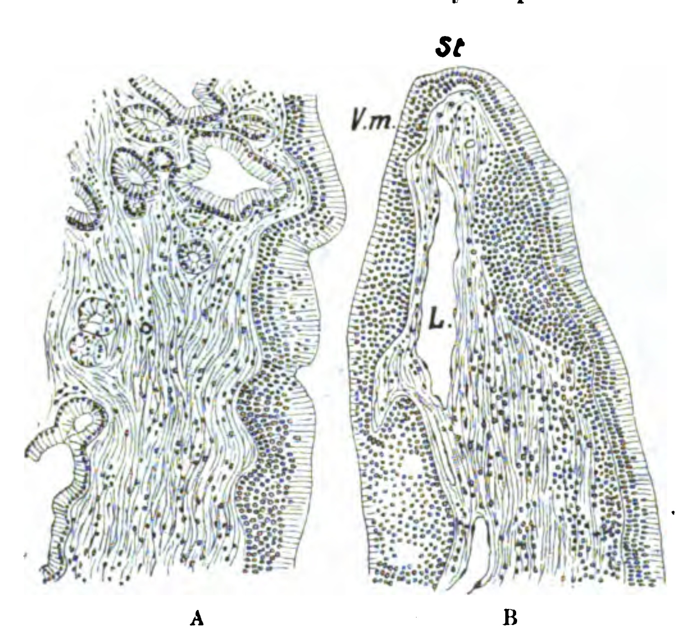


Fig. 189, A und B. **Stimmband von Halmaturus giganteus.** Derselbe Schnitt wie in der vorausgehenden Fig. 188, bei starker Vergrößerung. Epithel an der Kante des Stimmbandes. Die Flimmerhaare nicht gezeichnet. *L* Lymphgefäß. *V.m* Ventriculus Morgagni, *St* Stimmband. (Nach H. ALBRECHT *96 b.*)

in der dünnen Submucosa unmittelbar dem Perichondrium an. Nun folgt eine kurze drüsenfreie Strecke, dem Aryknorpel entlang. „Diese Strecke entspricht ziemlich der Strecke des Pflasterepithels. Der freie Rand des Stimmbandes, der sich hinten am oberen Rande des Aryknorpels befindet, zeigt konstant eine größere Drüsengruppe, welche noch nach einwärts von der Kante liegt und mehrere kleine, zerstreut liegende Drüsengruppen. Eine zweite große Drüsengruppe befindet sich dort, wo die Schleimhaut, nachdem sie sich wieder umgeschlagen hat, den Morgagnischen Ventrikel bildet (siehe Fig. 187). Doch wird das früher beschriebene kleine Drüsenhäufchen von dieser Gruppe ganz getrennt. Auch Ausführungsgänge finden sich an der Kante des Stimmbandes. Die Topographie der Drüsen bleibt im ganzen dieselbe auch dann noch, wenn an dem Schnitte nur mehr die äußerste Spitze des Processus vocalis zu sehen ist. Nun treten neue kleine Häufchen von acinösen Drüsen auf. Je weiter man in der Serie nach vorne (gegen den Ansatz an den Schildknorpel zu) kommt, um so mehr erscheint das Stimmband zipfelartig gestaltet. Hier sieht man nun in der beiderseits freien Falte — die Kante ausgenommen — reichliche Drüsen. Die Lage der Drüsen

ist also in dem Abschnitte des Stimmbandes, der sich an den Processus vocalis anschließt, derartig, daß die ersten zwei Drittel der ganzen Höhe des Stimmbandes, von der Basis an gerechnet, reichliche Drüsen beherbergen, und nur das letzte kleinste Drittel, eine ganz schmale Falte (siehe Fig. 188) drüsenfrei ist. Geht man in der Serie weiter nach vorn, so bleibt im ganzen die Anordnung dieselbe. Ganz nahe der Kante des Stimmbandes finden sich Drüsenkörner. Die Ausführungsgänge dieser Drüsen öffnen sich nicht lateral in den Ventrikel, sondern medial in das freie Kehlkopflumen. Das Stimmband des Halmaturus giganteus ist also als reine, mit allen Kennzeichen der Mucosa versehene Schleimhautfalte anzusprechen. Zusammengenommen mit dem anatomischen Befund, nach dem wir die Falte als Stimmband bezeichnen müssen, haben wir es hier mit einem Stimmbande zu tun, das einen ursprünglichen Zustand aufweist, zumal es nicht unwahrscheinlich ist, daß das Stimmband in seinem primitiven Zustand eine Schleimhautduplikatur ist." / (H. ALBRECHT *96 b.*)

Ich habe die Anschauungen ALBRECHTS so ausführlich wiedergegeben, gerade weil ich zu denselben (siehe oben p. 392) in Widerspruch getreten bin. Die Angabe ALBRECHTS, „daß das Stimmband in seinem primitiven Zustand eine Schleimhautduplikatur ist", halte ich für ganz unrichtig. Wörtlich genommen, scheint der Satz ALBRECHTS schon deshalb unmöglich, weil wir (vergl. unten die Nomenklatur bei Stimmlippe des Menschen) doch zwischen dem Stimmband (Lig. vocale) und der Schleimhautfalte (Plica vocalis) scharf trennen sollen. Stimmband und Schleimhautfalte sind ja zwei ganz verschiedene Dinge. Aber auch wenn wir annehmen, ALBRECHT seien jene Ausführungen von HIS *95* unbekannt gewesen, und er habe unter „Stimmband" (Lig. vocale) die Stimmlippe (Labium vocale) gemeint, so bleibt die Ansicht ALBRECHTS doch unrichtig. Denn im ursprünglichen Zustand fand sich weder ein Labium vocale noch eine Plica vocalis, da wir uns deren plötzliche oder allmähliche Entstehung allein in keiner Weise erklären könnten. Vielmehr bestand ursprünglich nur das Lig. vocale, dessen Abkunft aus dem die Vorläufer der Kehlkopfknorpel ursprünglich (d. h. zu einer Zeit, ehe ein Kehlkopf sich gebildet hatte) verbindenden Bandapparat leicht zu verstehen ist (wie ich dies oben, p. 391 ausgeführt habe). Es bleibt also nur die Möglichkeit, die von ALBRECHT bei Halmaturus giganteus geschilderten Verhältnisse nicht als ursprünglich, sondern als hochgradig rückgebildet aufzufassen. Um so mehr wird letzteres der Fall sein, da sich, wie ich unten zeigen werde, bei anderen Marsupialiern ein gut entwickeltes, histologisch (nicht im Sinne ALBRECHTS durch das Vorhandensein einer Schleimhautduplikatur, sondern in meinem Sinne durch das Vorhandensein eines Lig. vocale) wohlcharakterisiertes Stimmband vorfindet.

/ Nach H. ALBRECHT besitzen die Marsupialier falsche oder obere Stimmbänder. Die Richtigkeit der Deutung ALBRECHTS ist SYMINGTON sehr zweifelhaft. Auch die Angaben KÖRNERS (siehe oben) sind SYMINGTON bekannt.

Nach SYMINGTON, der, soweit im folgenden nichts anderes angegeben ist, Macropus bennettii untersuchte, ist es zweifellos, daß das Stimmband (siehe Figur 190—193 *v.c*) bei manchen Marsupialiern schmal und nicht leicht zu unterscheiden ist; aber seine Lage kann stets als eine geringe Prominenz an der inneren Wand des Larynx in der Front des Arytaenoidknorpels erkannt werden, und mikroskopische Untersuchung zeigt, daß es einen ckarakteristischen Bau besitzt. Es besitzt starkes geschichtetes Pflasterepithel und eine feste Bindegewebsschicht, während Drüsen meist fehlen. Das Bindegewebe besteht größtenteils aus

gewöhnlichen weißen Fasern, mit Orcein lassen sich eine Anzahl von elastischen Fasern nachweisen, welche keine bestimmte Richtung haben, sondern sich in unregelmäßiger Weise zwischen den Bündeln von weißen Fasern verzweigen. Doch bilden die elastischen Fasern unmittelbar unter dem Epithel eine dünne, aus feinen Fasern bestehende Schicht. Bei zwei Beuteljungen von Macropus bennettii (von Kopflänge von 2 cm und 1,8 cm) waren die Stimmbänder wohlentwickelt und zeigten denselben Bau wie beim Erwachsenen, nur daß die subepitheliale Bindegewebs-

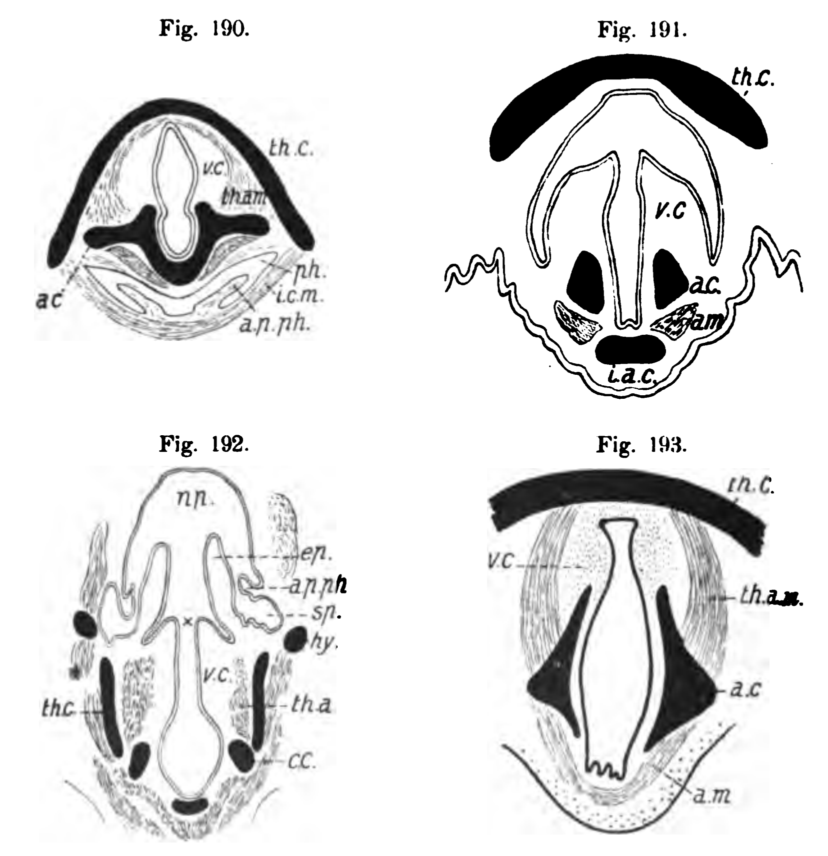


Fig. 190. **Kehlkopf vom Beuteljungen von Macropus bennettii.** Kopflänge 2 cm. Horizontalschnitt des Kehlkopfes. *th.c* Schildknorpel, *a.c* Arytaenoidknorpel, *v.c* Chorda vocalis, *th.a.m* Musculus thyreo-arytaenoideus; *ph.* **Pharyngealhöhle**, *a.p.ph* Arcus palato-pharyngeus, *i.c.m* Musculus constrictor pharyngis inferior. (Nach SYMINGTON *99a.*)

Fig. 191. **Kehlkopf vom Beuteljungen von Macropus bennettii.** Kopflänge 2 cm. Horizontalschnitt des Kehlkopfes. *th.c* Schildknorpel, *v.c* oberer Teil der Chorda vocalis, *a.c* oberer Teil des Arytaenoidknorpels, *a.m* **Musculus arytaenoideus**, *i.a.c* Cartilago inter-arytaenoidea. (Nach SYMINGTON *99a.*)

Fig. 192. **Kehlkopf vom Beuteljungen von Macropus bennettii.** Kopflänge 1,8 cm. Coronalschnitt. *ep* Epiglottis, *a.p.ph* Arcus palato-pharyngeus, *s.p* Sinus piriformis, *hy* großes Hyoidhorn, *v.c* Chorda vocalis; links ist im Original die Spitze des Prozessus vocalis des Arytaenoid zu sehen; *th.a* **Musculus thyreo-arytaenoideus**, *th.c* Cartilago thyreoidea, *c.c* Cartilago cricoidea, × Pharyngealöffnung des **Larynx**, *n.p* Höhle der Pars nasalis des Pharynx. (Nach SYMINGTON *99a.*)

Fig. 193. **Kehlkopf vom erwachsenen Macropus robustus.** Horizontalschnitt. *th.c* Schildknorpel, *a.c* Arytaenoidknorpel, *th.a.m* Musculus thyreo-arytaenoideus, *a.m* Musculus arytaenoideus, *v.c* Chorda vocalis. (Nach SYMINGTON *99a.*)

schicht embryonales Verhalten zeigte, sie enthielt eine große Anzahl von Zellen von wechselnder Form, während die Interzellularsubstanz nicht deutlich fibrillär war. Auffallend bei diesen beiden Objekten war die bedeutende Größe der Stimmbänder. Im Horizontalschnitt war die Pars vocalis der Glottis zweimal so lang als die Pars respiratoria. Beim Erwachsenen sind sowohl die dorso-ventrale wie die vertikale Ausdehnung relativ viel geringer. Bei Macropus muß daher die erwachsene Chorda vocalis als eine degenerierte Bildung betrachtet werden. Der mikroskopische Bau der Chorda vocalis war bei erwachsenen Exemplaren von Macropus robustus, Macropus bennettii und Didelphys virginiana überall derselbe. Vorn (in front) liegt der Musculus thyreoarytaenoideus gerade nach außen von der Chorda, aber weiter rückwärts gegen den Arytaenoidknorpel zu sind beide Gebilde durch lockeres Bindegewebe getrennt und es inserieren keine Muskelfasern in der Chorda selbst.

H. ALBRECHT beschreibt, daß die Chordae vocales von Halmaturus giganteus an gewissen Stellen mit Flimmerepithel bedeckt seien und Drüsen enthalten, doch glaubt SYMINGTON, daß die betreffenden Stellen nicht der eigentlichen Chorda vocalis, sondern deren Umgebung angehören.

Die unregelmäßige Anordnung und Spärlichkeit der elastischen Fasern im Stimmbande von Macropus bennettii schreibt SYMINGTON der Untätigkeit der Stimmbänder (funktionelle Anpassung im Sinne REINKES) zu. SYMINGTON findet dieselbe Anordnung, welche REINKE in dem Stimmbande des Menschen gefunden hat, beim Hunde. / (SYMINGTON *99a.*)

/ Die im Innern des Kehlkopfes sich findende, mehr oder weniger ausgeprägt von der Basis der Epiglottis zur Spitze des Processus vocalis ziehende, leichte, oft nur eben angedeutete Falte faßt ALBRECHT als Analogon des Taschenbandes auf und setzt die zwischen dieser Falte und den Stimmbändern liegende flache Höhlung in Beziehung zum Sinus Morgagni. SYMINGTON hält diese Falte für hervorgerufen durch die bläschenförmige Erweiterung des oberen Teils des Thyreoidknorpels und dem lateralen Teil seines freien dorsalen Randes entsprechend. SUCKSTORFF kann dem nicht beistimmen, neigt vielmehr der Meinung ALBRECHTS zu, daß diese Falten eine rudimentäre Anlage der Taschenbänder sind.

Die eigentlichen Stimmbänder sind bei den Marsupialiern sehr verschieden entwickelt. Bald sind dieselben mächtig ausgebildet, bis $^1/_4$ cm hoch und in senkrechter Richtung vielfach gefältelt, so daß eine Spannung zwischen den beiden Ansatzpunkten bei ihrer Länge überhaupt unmöglich ist. Bald sind es nur kaum angedeutete schwache kleine Falten, ja mitunter fehlt jede Spur eines Stimmbands, wie schon KÖRNER erwähnt."

Nach SYMINGTON (siehe oben) war bei einem jungen Macropus bennettii die Höhe des Stimmbandes verhältnißmäßig viel größer als bei dem älteren. SYMINGTON schließt deshalb auf Rückbildung. SUCKSTORFF findet dagegen beim ausgewachsenen Macropus giganteus ein verhältnismäßig viel besser ausgebildetes Stimmband wie bei einem jungen derselben Art. Eines geht jedenfalls nach SUCKSTORFF sowol aus der verschiedenen Entwicklung des Stimmbandes, wie aus der Unmöglichkeit dasselbe zu spannen, hervor, daß die Tiere, wenn sie wirklich einen Ton hervorbringen, dies nur können, indem „die langen Ränder der Gießbeckenknorpel in gewissem Sinne das Stimmband vertreten" wie KÖRNER schon anführt. Ein Muskel wie beim Menschen findet sich in dem Stimmband nicht eingebettet. Der Musculus thyreoarytaenoideus zieht vielmehr lateralwärts.

Mikroskopisch ist das Stimmband der Marsupialier deutlich von der benachbarten Schleimhaut unterschieden, indem ein hohes Pflasterepithel dasselbe überdeckt, das Bindegewebe dichter und zahlreicher in ihm ist und die Zahl der Drüsen bedeutend zurückgeht. Flimmerepithel, wie ALBRECHT, haben weder SUCKSTORFF noch SYMINGTON auf dem Stimmband gefunden. / (SUCKSTORFF *03*.)

/ Kavernöser Körper. Bei einigen Marsupialiern kostantierte ich das Vorhandensein von kavernösem Gewebe, aufgelagert dem Aryknorpel, welches sich bei Aepyprymnus rufescens stark entwickelt und auch bei Phalangista deutlich zeigte. Beim Beutelfötus von Dasyurus sowie bei einigen anderen erwachsenen Marsupialiern vermißte ich diese kavernösen Körper ganz, so daß sie keineswegs allen Marsupialiern zukommen dürften. Auch scheinen sie eher eine Bildung des reiferen Alters darzustellen. Bei den Monotremen dagegen fand sich den Aryknorpeln angelagert eine gut entwickelte Drüsengruppe, die hier wieder den untersuchten Marsupialiern fehlt.

Aepyprymnus rufescens: Epithel: Hier, wie bei allen von mir untersuchten Marsupialiern nehmen an der Auskleidung des Kehlkopfes geschichtetes Pflasterepithel und flimmerndes Zylinderepithel Anteil. Die Anordnung der beiden Epithelarten zeigt Fig. 194. Das geschichtete Pflasterepithel umfaßt den ganzen Kehlkopfeingang, schwindet aber dann rasch vorn und hinten. Zu beiden Seiten des Kehlkopfes dagegen erstreckt sich (in der Figur ist die rechte Seite des Kehlkopfes dargestellt) das geschichtete Pflasterepithel als breiter, absteigender Ausläufer tief in das Innere des Kehlkopfes hinein. Dementsprechend tritt das flimmernde Zylinderepithel vorn und hinten, nahe dem Kehlkopfeingang, zuerst auf, wird dann entsprechend dem Schwinden des geschichteten Pflasterepithels allmählich vorherrschend, um schließlich die tieferen Teile des Kehlkopfes trachealwärts allein auszukleiden.

Das Zylinderepithel ist ein mehrzeiliges und steht an Höhe, von seinem ersten Auftreten an, dem geschichteten Pflasterepithel kaum nach. Weiter abwärts im Kehlkopf wird es niedriger.

Mucosa: Die Schleimhaut des Kehlkopfes besteht bei Aepyprymnus rufescens im allgemeinen aus lockerem Bindegewebe, dem jedoch an vielen Stellen derbere Faserzüge, besonders auch elastische Fasern, eingewebt sind. Letztere bilden besonders gegen die Trachea zu eine eigene subepitheliale, elastische Faserschicht mit vorwiegendem Längsverlauf. Für das Vorhandensein eines wahren Stimmbandes muß ich hier mit Entschiedenheit eintreten. Von dem Processus vocalis des Arytaenoids zieht zu beiden Seiten des Kehlkopfes ein starkes, direkt unter dem Epithel gelegenes Band zum Thyreoid (siehe Fig. 195). Dieses Band ist mehrmals so hoch wie die darüber gelegene Epithelschicht und sitzt dem darunter gelegenen Muskel direkt auf. Das Band besteht aus starken Bindegewebsfasern, welche vorherrschend in der Längsrichtung des Bandes regelmäßig wie in einer Sehne angeordnet sind. Nicht minder reich sind die elastischen Fasern des Bandes, so daß das Band bei Resorcin-Fuchsinfärbung durch die reichlichen dunkelblau gefärbten elastischen Fasern blau erscheint. Die elastischen Fasern verlaufen zwischen den Bindegewebsfasern ebenso regelmäßig im wesentlichen parallel zur Längsrichtung des Bandes. Zwischen diesen stärkeren Fasern verbinden bedeutend feinere, senkrecht zu ersteren stehende, häufig spiralig verlaufende elastische Fäserchen die Längsfasern untereinander, die Bindegewebsfasern umfassend. Direkt unter dem Epithel findet sich eine

starke, dichte Schicht, ausschließlich aus elastischen Fasern bestehend. Am Arytaenoid und Thyreoid sieht man die elastischen Fasern des Bandes eine Strecke weit in den Knorpel einstrahlen, ohne jedoch tiefer in denselben einzudringen.

Auch bei Aepyprymnus sind die elastischen Fasern der Stimmsaite (wie dies REINKE beim Menschen fand, siehe unten) entsprechend der konstanten Richtung des Zuges und senkrecht zur konstanten Richtung des Druckes stark ausgebildet, während die zu diesen beiden Richtungen schräg verlaufenden Anastomosen fast ganz atrophisch geblieben sind. Folgende Hauptzüge treten auch in der Zeichnung (siehe Fig. 195) deutlich hervor:

Fig. 194. Fig. 195.

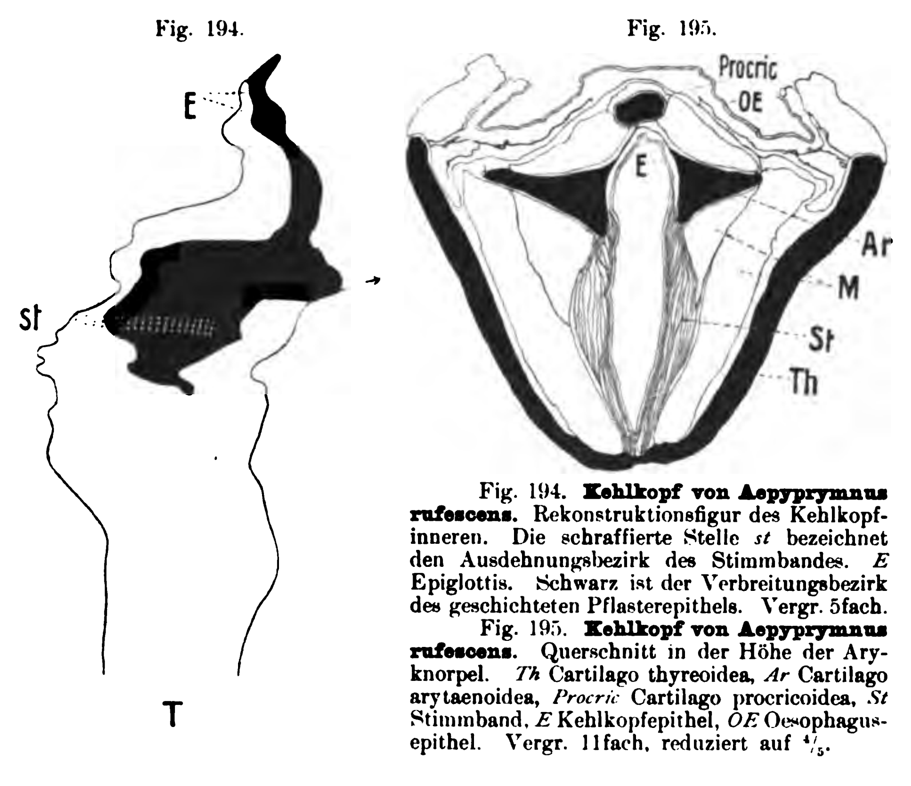


Fig. 194. **Kehlkopf von Aepyprymnus rufescens.** Rekonstruktionsfigur des Kehlkopfinneren. Die schraffierte Stelle *st* bezeichnet den Ausdehnungsbezirk des Stimmbandes. *E* Epiglottis. Schwarz ist der Verbreitungsbezirk des geschichteten Pflasterepithels. Vergr. 5fach.

Fig. 195. **Kehlkopf von Aepyprymnus rufescens.** Querschnitt in der Höhe der Aryknorpel. *Th* Cartilago thyreoidea, *Ar* Cartilago arytaenoidea, *Procric* Cartilago procricoidea, *St* Stimmband, *E* Kehlkopfepithel, *OE* Oesophagusepithel. Vergr. 11fach, reduziert auf $^4/_5$.

1. Züge, welche, vom Processus vocalis des Arytaenoids ausgehend und etwas medianwärts verlaufend gegen die Stimmbandoberfläche ausstrahlen;
2. Züge, welche, vom Thyreoid ausgehend, gleichfalls etwas medianwärts verlaufend, gegen die Stimmbandoberfläche ausstrahlen;
3. Züge, welche, in der Längsrichtung des Stimmbandes (bei *St*) verlaufend, vom Processus vocalis des Arytaenoids bis zum Thyreoid reichen.

Letztere Züge bilden die Hauptmasse des Stimmbandes und damit den Körper der schwingenden Membran, während die unter 1 und 2 genannten Züge jedenfalls eine festere Verbindung des Apparates mit der stärkeren subepithelialen Faserschicht und somit zwischen der Schleimhaut und dem Epithel garantieren.

Das Band liegt etwa in der Höhe, in welcher das Procricoid auftritt. An der dorsal schauenden Kante des Arytaenoids setzen sich stärkeres Bindegewebe und elastische Fasern, einen über das Schleimhautniveau vorspringenden Wulst bildend, noch etwas nach abwärts im Kehlkopf fort, so auch hier eine Andeutung jener Teilung des Kehlkopflumens in zwei Röhren (eine dorsale und eine ventrale) bedingend, wie wir sie ausgesprochener bei den mit einer Schildknorpelhöhle versehenen Marsupialiern (z. B. Phalangista) später kennen lernen. Von großem Interesse ist, daß also die Stimmbänder oral von dieser den Zugang zu der genannten Höhle bildenden Zweiteilung des Kehlkopflumens liegen. Ob das Stimmband selbst am toten Präparat in das Kehlkopfinnere vorspringt, läßt sich an der vorliegenden Querschnittserie schwer entscheiden, bei geeigneter Muskelwirkung läßt sich aber eine Spannung und ein Vorspringen des Stimmbandes ins Kehlkopfinnere wohl erwarten. Das Stimmband wird im wesentlichen von geschichtetem Pflasterepithel überkleidet, wenn auch an der ventralen Seite des Kehlkopfes das von der Epiglottis zur Trachea ziehende Zylinderepithel über den Stimmbandwinkel hinstreicht.

Drüsen: Es sind folgende Drüsengruppen zu unterscheiden: Die Drüsen der Epiglottis zeigen eine ganz andere Anordnung als bei den Monotremen. Die bei letzteren die ganze laryngeale Epiglottisfläche bis zur Epiglottisspitze bedeckende Drüsenmasse fehlt bei Aepyprymnus. Der ganze freie Teil (siehe Fig. 196) der Epiglottis ist bei Aepyprymnus drüsenfrei, und Drüsen beginnen erst an der Ansatzstelle der Epiglottis zu deren beiden Seiten, also auf der lingualen Epiglottisfläche. Von hier aus ziehen sie sich nach Aufhören der Epiglottis auf der ventralen und den lateralen Kehlkopfflächen ins Kehlkopfinnere hinein, so besonders um die Erweiterung des ventralen Teiles des Kehlkopflumens, welche dem Schildknorpelhöhleneingang entspricht.

Die bei Monotremen den Aryknorpeln aufgelagerte Drüsenmasse fehlt bei Aepyprymnus gleichfalls. An ihrer Stelle findet sich der nachher zu besprechende kavernöse Körper.

Ebenso fehlen die beiden (bei Echidna als 3 und 4 bezeichneten) unter dem Stimmband im Inneren des Kehlkopfes und an des letzteren ventraler Seite gelegenen Drüsenkomplexe vollständig. Vielleicht ist auch die oben erwähnte durch den Schildknorpelhöhleneingang zersprengte Gruppe aus dem ventralen Drüsenkomplex hervorgegangen.

Neue Drüsen treten im Aepyprymnuskehlkopf erst in der Höhe der ersten Trachealringe zunächst vereinzelt auf.

Lymphgewebe. Auch bei Aepyprymnus rufescens fand ich außerhalb des Kehlkopfes beiderseits je eine Anhäufung von Lymphgewebe mit Noduli. Dieselbe fiel jedoch nur in die ersten Schnitte meiner Serie, so daß ich nicht feststellen konnte, ob sich dieselbe nach oben in das eigentliche Tonsillengebiet fortsetzt.

Kavernöser Körper. Bei Aepyprymnus rufescens findet sich beiderseits, der dorsalen Seite und der Spitze der Aryknorpel kappenförmig aufgelagert, eine aus weitkalibrigen Blutgefäßen gebildete Gewebsmasse. Dieselbe hört nach hinten mit dem Auftreten des Musc. aryt. procricoid. und der Cart. procricoidea auf, während sie kranialwärts sich verjüngend, in die seitlich den Kehlkopfeingang begrenzende Falte ausläuft. Diese Falte zeigt in ihrer Mucosa eine starke Fältelung, in welche auch das Epithel einbezogen ist und welche sich vielleicht bei einer Turgeszenz des kavernösen Körpers ausgleichen dürfte.

Petaurus breviceps. Im Kehlkopf von Petaurus breviceps fanden sich der Trachea zu Reste von Flimmerepithel, während vom Kehlkopfeingang her sich geschichtetes Pflasterepithel eine Strecke weit ins Kehlkopfinnere zog, ähnlich wie bei Aepyprymnus rufescens (vergl. die dort gegebene Rekonstruktionsfigur). Auch hier war ein deutliches Stimmband vorhanden, vom Processus vocalis des Arytaenoidknorpels zum Thyreoid ziehend, überdeckt von geschichtetem Pflasterepithel und dem Muskel aufliegend. Auch hier bedingt die Größe und Form der Aryknorpel, daß in Stimmbandhöhe der Kehlkopf sich in zwei (im Schnitt in 8-Form aneinanderliegende) Röhren teilt, von denen die dorsale Flimmerepithel trägt, während die ventrale von den Stimmbändern mit ihrem derberen Epithelüberzuge begrenzt wird. Die Epiglottis ist an ihrem freien Teile drüsenarm, an ihrer Basis häufen sich dagegen Drüsen an. Zwei Drüsenpackete ziehen sich, je eines lateral, ins Kehlkopfinnere, hören jedoch auf, kurz ehe die Stimmbänder in der Serie auftreten. Weiterhin



Fig. 196. **Epiglottis von Aepyprymnus rufescens.** Querschnitt. Die laryngeale Seite der Epiglottis sieht nach oben. *Kn* Knorpel, *E* Epithel. Vergr. 20fach, reduziert auf $^3/_4$.

Fig. 197. **Epiglottis von Petaurus breviceps var. typica.** Querschnitt. Die laryngeale Seite sieht nach oben. *Kn* Knorpel, *E* Epithel. Vergrößerung 20fach, reduziert auf $^3/_4$.

nach abwärts, dort, wo flimmerndes Zylinderepithel das gesamte ringförmig (im Schnitt) erscheinende Lumen auskleidet, sind Drüsen in der ganzen Zirkumferenz reichlich, namentlich aber dort, wo knorpelfreie Stellen Raum bieten. (Oppel *05*.)

Auch bei Petaurus breviceps ist der freie Teil der Epiglottis (siehe Fig. 197) drüsenfrei. Hier nimmt im Querschnitt durch die Epiglottis der Knorpel einen verhältnismäßig größeren Raum ein, als dies bei Echidna der Fall war.

Trichosurus vulpecula (Phalangista). /Epithel: Auch hier prädominiert am Kehlkopfeingang das geschichtete Pflasterepithel (siehe Fig. 198), um dann, rasch abnehmend, beiderseits einen Ausläufer (von denen der rechte in der Figur dargestellt ist) von beträchtlicher Länge in das Innere des Kehlkopfes hineinzusenden, welcher, stets so ziemlich gleich breit bleibend, sich bis zur Öffnung erstreckt, durch welche der Innenraum des Kehlkopfes mit jener im Inneren des Schildknorpels befindlichen Höhle (einer von Schleimhaut ausgekleideten Knorpelblase) kommuniziert, welche den Phalangistakehlkopf auszeichnet. Bei dem jungen von mir untersuchten Tiere umschließt das geschichtete Pflasterepithel den Kehlkopfeingang nicht vollständig, vielmehr sendet das Zylinderepithel zu beiden Seiten der Epiglottis einen Ausläufer bis zum

die mit dem Erlöschen der Brunst auch ihre Funktion wieder verlieren. Diese schwingenden Membranen würden, wenn auch nicht im Kehlkopf, so doch auf dem Wege von ihm bis zu den Choanen zu suchen sein./ (RAWITZ *00 b.*)

/Es fehlen Stimmbänder und sogar jedes Rudiment derselben bei den von BENHAM untersuchten Walen (siehe oben). MURIE 1871 betrachtet parallele Falten an der Epiglottisbasis bei RISSOS Grampus als deren Rudimente. Diese ziehen indessen von der Epiglottis zum Thyreoid, statt vom Arytaenoid zum Thyreoid, und neuere Autoritäten, z. B. DUBOIS, leugnen die Existenz von Stimmbändern bei den Cetaceen./ (BENHAM *01.*)

Perissodactyla.

Das Makroskopische über den Kehlkopf der Perissodactyla siehe in den oben p. 358 genannten Werken, besonders bei H. ALBRECHT *96 b*, p. 256ff., LECHE in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, 5, 1, p. 1124.

Pferd: /Beim Pferd fand sich der Übergang vom hochgeschichteten weichen Plattenepithel, welches am Lig. vocale sehr niedrig ist, an der ähnlichen Stelle, wie bei den anderen Haussäugetieren.

Die Knorpelzellen des Kehlkopfknorpels des Pferdes zeichnen sich von denen der anderen Haussäugetiere durch ihre Größe aus./ (BUROW *02.*)

/SCHEIER untersuchte die Verknöcherung des Kehlkopfes bei Tieren. Darüber findet SCHEIER nur folgende Notizen: HOFFMANN (Tierärztliche Chirurgie, Lief. II, p. 314) gibt an, daß bei Pferden in hohem Alter nicht selten Verknöcherung des Kehlkopfes eintritt.

SCHEIER findet beim Pferde vermittelst Röntgenstrahlen frühzeitig, schon nach dem ersten Lebensjahre, eine Verknöcherung an der Stelle, wo die beiden Schildknorpelplatten vorn zusammenstoßen. Eine vollkommene Verknöcherung findet sich schon im 8.—10. Jahre./ (SCHEIER *01.*)

Artiodactyla.

Das Makroskopische über den Kehlkopf der Artiodactyla siehe bei H. ALBRECHT *96 b*, p. 260ff., LECHE in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, 5, 1, p. 1124f. und in auf p. 358 genannten Werken.

Sus: /Beim Schwein findet sich im Kehlkopf bis unterhalb des unteren Stimmbandes Plattenepithel./ (DAVIS *77.*)

/Beim Schwein liegt die Grenzlinie zwischen dem mehrschichtigen Plattenepithel und dem geschichteten Zylinderepithel ungefähr an derselben Stelle wie beim Hunde. In der gesammten oral von der Grenzlinie gelegenen Kehlkopfpartie (auch in den seitlichen Kehlkopftaschen) fand sich nur Plattenepithel./ (BUROW *02.*)

Die Stimmsaite des Schweines finde ich frei von Drüsen, wenn auch die Umgebung der Stimmlippe reich an Drüsen ist, welche ihre Ausführgänge zum Teil am Rande des Stimmbandes zur Oberfläche senden.

Hyaemoschus aquaticus: /FLOWER beschreibt Kehlkopf und Lunge von Hyaemoschus aquaticus eingehend makroskopisch unter Beifügung einer Abbildung vom Kehlkopf./ (FLOWER *67.*)

Cervus tarandus: /LÖNNBERG beschreibt den Kehlsack sowie den Kehlkopf beim Renntier eingehend makroskopisch./ (LÖNNBERG *02.*)

Bos taurus: /Beim Kalb findet sich im Kehlkopf bis unterhalb des unteren Stimmbandes Plattenepithel./ (DAVIS *77.*)

/Beim Ochsen besitzt der elastische Knorpel des Kehlkopfes sehr entwickelte Fasernetze, und der Hyalinknorpel zeigt bei demselben

Tier im Ring- und den Gießkannenknorpeln Kanäle mit Blutgefäßen./ (LEYDIG *57*, p. 373.)

/Im hyalinen Teil des Arytaenoidknorpels vom jungen Rinde ist die ganze Grundsubstanz von einem äußerst zarten und dichten Netzwerke erfüllt. Unmittelbar um die Zellen ist es dichter, bei verschiedenen Zellen verschieden viel. Die Knorpelzellen liegen meist einzeln, nur selten zu Gruppen vereinigt. Der Kern zeigt ein deutliches Chromatinnetz und einen oder mehrere Nukleolen von verschiedener, von ihrer Anzahl mit abhängiger Größe. Außerhalb des Kernes findet sich ein Klümpchen im Zellprotoplasma, um das gewöhnlich die reichlich vorhandenen Fetttropfen gruppiert sind. In diesem Gebilde lassen sich mit Orceïn und Kampeche dunkle Körner in dem Farbton färben, wie viele der der sogenannten Kapsel anliegenden Körner, in dem Farbton, in dem auch die Grundsubstanz des hyalinen Knorpels, allerdings viel heller sich färbt. SPULER glaubt, daß es sich hierbei um Bildung von Interzellularsubstanz handelt, welche also in einem bestimmten Organ der Knorpelzelle gebildet, in Form kleiner Körnchen nach außen transportiert und dort abgeschieden würde. Vermutlich verwandeln sich diese Körnchen dann unter Wasseraufnahme in die Grundsubstanz. Die Zellen liegen zumeist der Kapsel an. Die Zellen sind durch zahlreiche feinste Fädchen mit der Kapsel verbunden. Diese Zellfortsätze stehen im allgemeinen nicht gleich dicht, sondern sind meist an einem Pol oder auch an zweien viel zahlreicher; gewöhnlich ist dann an diesen Stellen der Zellleib weit ausgezogen. SPULER stellte nun fest, daß diese Zellenausläufer mit dem oben beschriebenen in der Grundsubstanz vorhandenen Netzwerk direkt in Zusammenhang stehen. Ebenso hängen die Netze von einer Zelle zur anderen zusammen. Die sogenannte Knorpelkapsel ist also der optische Ausdruck für das um die Zellen oft dichtere Netzwerk.

Was die Entstehung des elastischen aus dem hyalinen Knorpel anlangt, so findet SPULER, daß die elastischen Elemente von den Zellen selbst gebildet werden, daß aber die Bildung nicht von dem eigentlichen Zellleib auszugehen braucht, sondern daß auch, diskontinuierlich, an entfernten Stellen des Netzwerkes in der Grundsubstanz der Bildungsprozeß statthaben kann. Jedenfalls sind die entstehenden elastischen Elemente ganz überwiegend in direktem Zusammenhang mit der Zelle resp. der Kapsel, so daß unstreitig die Autoren, welche diese beobachteten (DEUTSCHMANN, O. HERTWIG, L. GERLACH), viel richtiger sahen, als die anderen (REICHERT, RABL-RÜCKHARD).

Bei der direkten Bildung elastischen Knorpels entstehen die Fasern nicht als leistenförmige Verdickungen der Zelloberfläche, sondern sie wachsen von einem ausgezogenen Teil der Zelle aus./ (SPULER *95*.)

/Beim Rinde (einjährig) zeigen sich wie beim Pferd im vorderen Teil der Schildknorpelplatte, an der Stelle des Schildknorpelwinkels, von welcher die Stimmbänder ausgehen, die primären Knochenkerne./ (SCHEIER *01*.)

Bos und Ovis: /Kalb und Schaf, wo die Differenzen von den menschlichen Verhältnissen schon weit auffälliger (als bei Hund, Katze und Kaninchen) sind, da sie weder Analoga der oberen Stimmbänder noch der Morgagnischen Taschen besitzen, lassen immerhin an der Basis des Kehldeckels etwelches Flimmerepithel erkennen, das an der Stimmritze von Plattenepithel unterbrochen wird, um gleich unter derselben von neuem zu beginnen./ (RHEINER *52a*.)

/Bei Schaf und Rind ist der Übergang vom geschichteten Pflasterepithel zum einfachen flimmernden Zylinderepithel deutlich markiert, ungefähr an der Stelle, welche dem Ansatz der Cartilagines corniculatae entspricht. Ventralwärts liegt die Grenzlinie vor der aboralen Umbiegung der Stimmfalte./ (BUROW *02.*)

/Im Gießbecken- und Ringknorpel des Schafes und Kalbes sah RHEINER größere arterielle Gefäßkanäle. Die Knorpelzellen zeigen um dieselben auf dem Querschnitt eine konzentrische Anordnung./ (RHEINER *52 b.*)

Ovis aries: /Die Kehlkopfschleimhaut bildet sich (Schaf) von der Oesophagealmucosa aus. Die übrigen Teile des Kehlkopfes bilden sich in Abhängigkeit vom mittleren Keimblatt./ (FAUVEL *79.*)

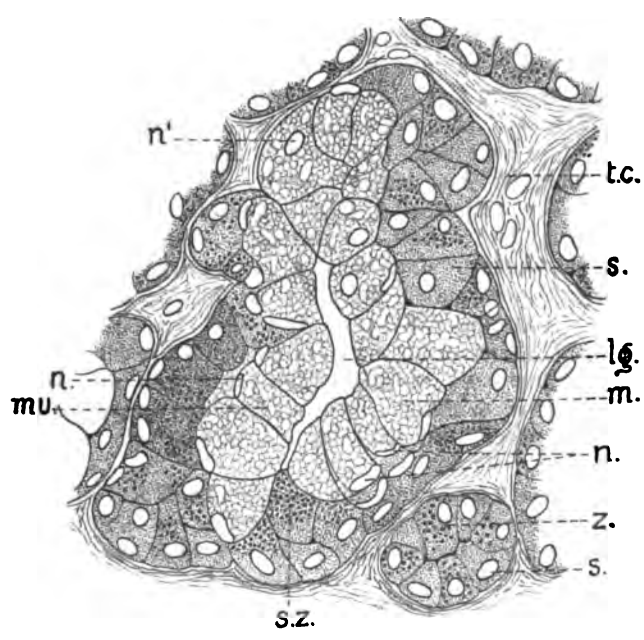


Fig. 208. **Drüsenkorn aus der Epiglottis vom Schaf.** Längsschnitt. Osmiumsäure. Eosin-Hämatoxylin. *lg* Drüsenlumen. *tc* Bindegewebsseptum, die Drüsenkörner trennend. *m* Schleimzellen; *mu* Mucigenkugeln, getrennt durch ein Protoplasmanetz; *n n n* Kerne der Schleimzellen, dort wo sie übereinanderliegend erscheinen, scheinen Kerne aus einer anderen Ebene durch; *s* seröse Zellen der Giannuzzischen Halbmonde, dieselben sind entweder granuliert oder serös oder zymogen *z*, oder gemischt, serös und zymogen *sz*. Solche Zellen zeigen selbst eine seröse und eine zymogene Zone im selben Protoplasmakörper vereinigt und deutlich verschieden. Leitz, Obj. 9, Okular 1, halbgehobener Tubus, reduziert auf 9/10. (Nach RENAUT *97.*)

/Beim Schaf im Kehlkopfepithel vorkommende schwärzliche Pigmentflecken sind körnige Pigmentablagerungen in und zwischen den tieferen Epithelschichten.

Beim Schaf bilden die Drüsen große voluminöse Pakete jenseits der Epiglottis zwischen deren Knorpel und dem Musculus hyoepiglotticus und in dem Kehldeckelknorpel selbst, sie durchbrechen hier mit ihren Ausführgängen die Cartilago epiglottica; an anderen Stellen aber präsentieren sie sich nur als wenig umfangreiche, flache, langgestreckte Agglomerate./ (SUSSDORF in ELLENBERGER *84.*)

/Die Kehlkopfdrüsen bestehen z. B. beim Schaf aus Schleimzellen, welche von Stelle zu Stelle Giannuzzische Halbmonde zeigen (siehe Fig. 208). Letztere enthalten zugleich seröse Zellen und Zellen mit Zymogenkörnchen.

Obwohl das wahre Stimmband aus fibro-elastischem Gewebe von fast sehniger Konsistenz besteht, enthält dasselbe doch beim Schafe eine

gewisse Anzahl von Drüsen, auf jedem Querschnitt findet man bei diesem Tiere zwei oder drei solche. Die Drüsen sind ähnlich denen der Trachealschleimhaut und ihr Körper liegt in dem Fasergewebe des mittleren Teiles des quergeschnittenen Stimmbandes, zwischen dem Muskel und der Linie der Papillen. Die Sammelgänge dieser Drüsen öffnen sich an der Oberfläche, wie diejenigen der Mundhöhle; sie zeigen Erweiterungen in ihrem Verlauf. Die Mehrzahl neigt sich nach oben und nach unten, um diejenigen Teile der Oberfläche zu gewinnen, welche der Vereinigung des geschichteten Epithels mit dem Flimmerepithel entspricht: an den Grenzen des ersteren öffnet sich ihre Ausführgangsmündung.

Beim Schaf zeigt der Epiglottisknorpel zahlreiche Incisuren, welche oft tief genug sind, um die Kontinuität der Knorpellinie zu durchbrechen, welche dadurch in einander folgende Segmente geteilt ist, die durch ein Ligament vereinigt werden, das durch die Verbindung des vorderen und hinteren Perichondrium entsteht./ (RENAUT *97*.)

Sirenia.

Das Makroskopische über den Kehlkopf der Sirenen siehe bei LECHE in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, 5, 1, p. 1125.

Lamnungia.

Das Makroskopische über den Kehlkopf der Hyracoidea siehe bei LECHE in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, 5, 1, p. 1124.

/GEORGE beschreibt den Larynx vom Daman eingehend makroskopisch. Die Epiglottis ist am Schildknorpelkörper vermittelst mit Fett untermischter elastischer Bündel befestigt./ (GEORGE *75*.)

Rodentia.

Das Makroskopische über den Kehlkopf der Nagetiere siehe bei H. ALBRECHT *96 b*, p. 264ff., LECHE in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, 5, 1, p. 1122f. und in den oben p. 358 genannten Werken (Kaninchen besonders bei W. KRAUSE *84* und VOGT und YUNG *94*, p. 914ff.).

Lepus cuniculus: /Beim Kaninchen findet sich folgende Epithelanordnung im Kehlkopfe: Ein breiter Saum von Plattenepithel; mittlerer Teil und Basis des Kehldeckels: Flimmerepithel; obere Stimmbänder: Plattenepithel; von hier an, wie beim Hunde./ (RHEINER *52a*.)

Ich gebe in Fig. 209 eine Rekonstruktionsfigur der Kehlkopfschleimhaut von einem jungen Kaninchen. Das Epithel zeigte hier nicht immer einen entschiedenen Charakter, namentlich am Kehlkopfeingang in der Epiglottisgegend fanden sich Formen, die zunächst den Eindruck eines geschichteten Epithels machten, jedoch in ihrer der Oberfläche zunächst gelegenen Schicht deutlich hohe Zylinderzellen zeigten. In der Stimmbandgegend fand sich dann deutliches, geschichtetes Pflasterepithel, welches ziemlich plötzlich dem Zylinderepithel Platz machte, das weiterhin Kehlkopf und Trachea auskleidete. Letztere Grenze ist in der Rekonstruktionsfigur (schwarz gegen weiß) eingezeichnet, während die eigentümlichen Formationen in der Epiglottisgegend wegen der Kleinheit des Objekts nicht gezeichnet wurden. Jedenfalls haben wir aber hierin schon die Anfänge jener Epithelanordnung zu sehen, welche RHEINER, siehe oben, für das erwachsene Kaninchen schilderte.

aber für die untersuchten erwachsenen Beuteltiere (im Extrem bei Phalangista) charakteristisch ist, daß der Fortsatz mehr oder weniger sich nach abwärts ins Kehlkopfinnere erstreckte, schnitt er bei dem Beutelfötus von Dasyurus annähernd in der Höhe des hinteren Randes des Kehlkopfeinganges ab. Immerhin muß im Auge behalten werden, daß bei der Kleinheit des Organes bei diesem Beutelfötus Einzelheiten des Verhaltens in der Rekonstruktionsfigur nicht so deutlich zum Ausdruck kommen werden, wie dies bei den größeren Kehlköpfen erwachsener Beuteltiere der Fall sein kann. Der Rest des Kehlkopfes war dann auch bei diesem Beutelfötus von Zylinderepithel ausgekleidet, an welchem jedoch Flimmerhaare noch nicht zu erkennen waren. Eigentümlich ist diesem Beutelfötus, daß die Spitze der Epiglottis im Gegensatz zu allen anderen untersuchten Marsupialiern kein geschichtetes Pflasterepithel trägt, sondern ein Zylinderepithel, ein Umstand, der wohl damit in Zusammenhang steht, daß hier die Epiglottis röhrenförmig gestaltet ist, ein Verhalten, welches sich bei den erwachsenen Tieren ändert.

Schleimhaut und Knorpel: Der Epiglottisknorpel besteht bereits aus wohlcharakterisiertem, elastischem Knorpel und auch in der Mucosa des Kehlkopfes sind bereits elastische Faserzüge gebildet, ähnlich wie ich dies für die erwachsenen Marsupialier beschrieben habe.

Drüsen: Bei dem untersuchten Beutelfötus von Dasyurus hallucatus fanden sich auf der Epiglottis (siehe Fig. 205) Drüsen noch nicht angelegt. Erst an der Basis der Epiglottis (in der Schnittserie nach dem Aufhören des Epiglottisknorpels) treten die Drüsen auf. Es handelt sich hier um die Stelle, an der ein verjüngter Kanal zu einem ausgerundeten, gegen den Schildknorpel vorspringenden Raume führt. Diese Drüsen hören jedoch nach abwärts im Kehlkopf wieder auf, zugleich mit dem Auftreten der Arytaenoidknorpel. Weitere Drüsen konnte ich im Kehlkopf in diesem Entwicklungsstadium nicht auffinden. / (OPPEL *05*.)

Edentata.

Das Makroskopische über den Edentatenkehlkopf siehe in den oben p. 358 genannten Werken, vergl. auch RAPP *43*, C. MAYER *52*, H. ALBRECHT *96 b*, p. 245 ff., LECHE in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, 5, 1, p. 1121.

/ Den **Edentaten** fehlen membranöse Beutel, wie sie am Kehlkopf vieler Affen und einiger anderer Tiere vorkommen, ganz. Die Gießbeckenknorpel sind sehr klein, da die Stimmritzenbänder, denen diese Knorpel zur Befestigung dienen, schwach sind oder ganz fehlen. Im allgemeinen haben diese Tiere einen kleinen Kehlkopf, doch bei Orycteropus ist er ziemlich groß, und nach Verhältnis zu der Größe des Tieres auch bei dem zweizehigen Ameisenfresser.

RAPP beschreibt den makroskopischen Bau der Kehlkopfknorpel von Orycteropus capensis eingehend, ebenso kürzer beim schwarzen Gürteltier, beim zweizehigen Ameisenfresser, bei Myrmecophaga jubata und beim dreizehigen Faultier. / (RAPP *43*.)

/ Bei **Myrmecophaga didactyla** L. bestehen die oberen Teile der medianen Platte des Epiglottisknorpels, sowie der größte Teil des Processus cuneiformis aus hyalinem Knorpel mit schwach entwickelter Interzellularsubstanz. Die Auflösung des basalen Teiles des Epiglottisknorpels im Zusammenhang mit der Wucherung der Drüsen ist hier weiter vorgeschritten als dies von GEGENBAUR (Epiglottis) für Stenops tardigradus und Otolicnus Galago beschrieben wurde. / (GÖPPERT *94 a*.)

/ Bei **Dasypus villosus** wird der untere Epiglottisrand überall durch einen Wulst von Schleimdrüsen verdrängt, der längs des unteren Epiglottisrandes in einer Falte liegt und nach hinten gegen den Aryknorpel zieht. Die histologische Untersuchung zeigt, daß die vorspringende Kante wirklich von Drüsen gebildet wird, die zwischen Knorpel und Schleimhaut liegen. GEGENBAUR hat auch für die Monotremen gezeigt, wie überall an der Basis und dem unteren Rand der Epiglottis Drüsenhaufen zu finden sind. / (ALBRECHT *96 b.*)

/ FRANCAVIGLIA beschreibt die Atmungsorgane von **Bradypus tridactylus** L. eingehend makroskopisch. Das Epithel des Larynx ist ein flimmerndes Zylinderepithel, am Stimmband findet sich geschichtetes Pflasterepithel. / (FRANCAVIGLIA *94.*)

Fig. 206. Fig. 207.

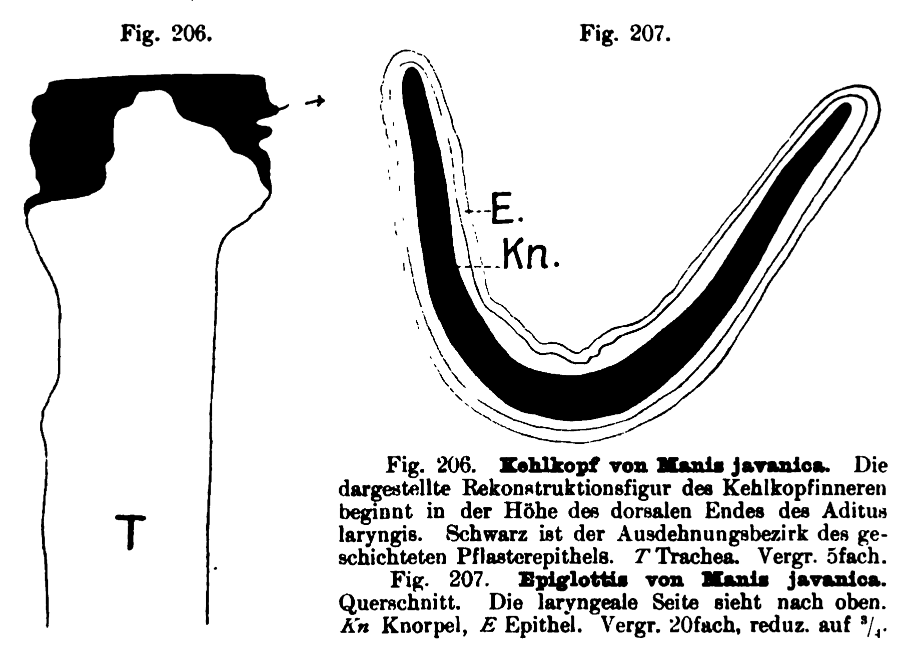


Fig. 206. **Kehlkopf von Manis javanica.** Die dargestellte Rekonstruktionsfigur des Kehlkopfinneren beginnt in der Höhe des dorsalen Endes des Aditus laryngis. Schwarz ist der Ausdehnungsbezirk des geschichteten Pflasterepithels. *T* Trachea. Vergr. 5fach.

Fig. 207. **Epiglottis von Manis javanica.** Querschnitt. Die laryngeale Seite sieht nach oben. *Kn* Knorpel, *E* Epithel. Vergr. 20fach, reduz. auf $^3/_4$.

Manis javanica. / Epithel: Bei Manis javanica fand ich den Kehlkopfeingang sowie die ganze Epiglottis von geschichtetem Pflasterepithel überkleidet. In der Rekonstruktionsfigur (siehe Fig. 206) konnte die Spitze der Epiglottis nicht wiedergegeben werden, da in der Serie die Richtlinie am oberen Ende ausgefallen war. Die Grenze des geschichteten Pflasterepithels gegen das Zylinderepithel, welches den Rest des Kehlkopfes auskleidet, bildet beiderseits eine nach oben konvex vorspringende Linie. Zu bemerken ist, daß das geschichtete Pflasterepithel auf der dorsalen Seite des Kehlkopfeinganges wesentlich weiter in den Kehlkopf hineinreicht, als dies bei den untersuchten Marsupialiern der Fall war, während das Verhalten bei Manis hierin eher mit dem bei den untersuchten Monotremen übereinstimmt.

Im Epithel der laryngealen Epiglottisseite fanden sich zahlreiche Epithelknospen (sog. Geschmacksknospen). Das Zylinderepithel des Kehlkopfes ist sofort nach seinem Auftreten, im Anschluß an das geschichtete Pflasterepithel, ein hohes, mehrzeiiiges. Während die ersten Schnitte Cilien vermissen ließen, ist der Flimmerbesatz des Zylinderepithels weiter abwärts im Kehlkopf gegen die Trachea zu ein sehr deutlicher.

Mucosa: Die Kehlkopfschleimhaut ist dort am reichsten an elastischen Elementen, wo sie der knorpeligen Stützen ermangelt, so besonders in der Gegend der ventralen Drüsenanhäufung. Überall zeigt sich die im Kehlkopf nach abwärts gegen die Trachea zunehmende Tendenz zur Bildung einer subepithelialen elastischen Schicht, welche sich durch elastische Faserzüge mit einer tieferen an knorpelhaltigen Stellen mit den elastischen Fasern des Perichondriums verbundenen elastischen Faserschicht vielfach vereinigt.

Während die subepitheliale elastische Schicht in den mittleren Teilen des Kehlkopfes vielfach ringförmig verlaufende Faserzüge enthält, beginnt gegen die Trachea zu allmählich die Längsrichtung vorzuherrschen. Das Vorhandensein eines deutlichen Stimmbandes konnte ich histologisch nicht feststellen, wenn auch reiche Züge parallelfaserigen elastischen Gewebes vom ventralen Arytaenoidrande gegen das Thyreoid ziehen.

Drüsen: Während die Spitze der Epiglottis (siehe Fig. 207) bei Manis javanica drüsenfrei war, fanden sich gegen die Basis der Epiglottis auf deren laryngealer Fläche vereinzelte wenige Drüsen. Mit dem Auftreten der Aryknorpel erscheint im Kehlkopfinnern jederseits eine laterale Drüsengruppe. An den zur Oberfläche ziehenden Ausführgängen der Drüsen dieser Gruppe lassen sich bisweilen Lymphzellenanhäufungen beobachten, welche so stark entwickelt sind, daß sie schon bei schwacher Vergrößerung ins Auge fallen. Dieses Bild erhält sich, solange die Aryknorpel die lateralen Teile des Kehlkopfes beiderseitig im Schnitt spangenförmig umfassen. Weiter nach abwärts tritt zunächst eine kleine dorsale Drüse auf und dann eine mächtige ventrale Drüsenmasse. Die einzelnen Drüsenpakete der letzteren entsenden, der Schleimhautoberfläche zum Teil ferner liegend, dorthin lange Ausführgänge, welchen häufig reich entwickelte Lymphnoduli angelagert sind. Bei dieser mächtigen Drüsenentwicklung an der ventralen Kehlkopfseite bleibt die dorsale Seite eine Strecke weit drüsenfrei. Allmählich greift die ventrale Drüsenmasse jedoch auch beiderseits zunächst auf die lateralen Teile der Kehlkopfschleimhaut über, und dort, wo der Ringknorpel im Schnitt einen ununterbrochenen Ring um den ganzen Kehlkopf bildet, ist das Drüsenlager dorsal zum Schluß gelangt, so daß eine starke Drüsenschicht das ganze Kehlkopflumen umgibt. Zugleich mit dieser Verbreitung über eine größere Fläche und in Anpassung an die durch den geschlossenen Knorpelring beeinträchtigten räumlichen Verhältnisse werden die Drüsenpakete kleiner und die Drüsenhaufen spärlicher als zuvor, erhalten sich jedoch immerhin reichlich bis hinab in die Trachea. — Der Maniskehlkopf ist also ein sehr drüsenreiches Organ.

Die Drüsen des Maniskehlkopfes zeigen in dem dem Kehlkopfeingange näheren (kranialen) Abschnitt häufig gemischten Typus, während trachealwärts seröse Elemente überwiegen. Die Sammelgänge innerhalb der Drüsenpakete zeigen zunächst kubisches Epithel, um dann in das höhere zylindrische Epithel der Ausführgänge überzugehen.

Lymphgewebe: Lymphgewebe ist im Maniskehlkopf reichlich vorhanden. Es schließt sich nicht nur fast allerorts den Drüsenausführgängen an, sondern durchwächst vielfach die Drüsenhaufen selbst, so daß an manchen Stellen schwierig zu entscheiden ist, ob hier Drüsengewebe oder Lymphgewebe vorherrscht. Wohlbegrenzte Knötchen finden sich auch fern von Drüsen, z. B. in der Tiefe der Schleimhaut dem Knorpel aufsitzend.

Knorpel: Im Maniskehlkopfe konstatierte ich elastischen Knorpel in der Epiglottis und an den Processus vocales der Arytaenoidknorpel. / (OPPEL *05*.)

An manchen der obenerwähnten Endknospen (Geschmacksknospen) der Epiglottis von Manis javanica konnte ich ein deutliches EBNERsches Grübchen (siehe den III. Teil dieses Lehrbuches) wahrnehmen.

Cetacea.

Das Makroskopische über den Kehlkopf der Cetaceen siehe bei HUNTER *1787*, CUVIER *10*, Vol. 4, p. 367, RAPP *37*, p. 146ff., LECHE in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, 5, 1, p. 1125ff., für Phocaena communis Cuv. bei HOWES *79* und bei RAWITZ *00a*. BENHAM *01* gibt eine eingehende makroskopische Beschreibung des Larynx einiger Wale (Cogia, Balaenoptera rostrata und Ziphius), besonders werden geschildert: Knorpel, Muskeln.

Glandula intra-thyreoidea: / Die Glandula intra-thyreoidea, oder thyreo-arytaenoidea liegt beim Delphin zwischen Cartilago thyreoidea und der Schleimhaut. Sie mündet mit zahlreichen und großen Öffnungen in die Höhle des Larynx neben dem Stimmbande aus. Dort findet sich eine Art von Ventriculus Morgagni. / (MAYER *32*.)

/ Einige ächte Cetaceen besitzen eine unterhalb des Schildknorpels, zwischen den beiden vorn unvereinigten Bogen des Ringknorpels gelegene Kehlkopfdrüse, deren Ausführgänge in die Höhle des Kehlkopfes münden. Dieselbe wurde zuerst von RAPP (Württemb. naturwiss. Abhandl., Bd. I und RAPP *37*, p. 147) bei Delphinus phocaena beschrieben; ähnlich verhält sie sich beim Narwal. / (STANNIUS *46*.)

/ Eine von früheren Autoren (RUDOLF WAGNER, MAYER [Beiträge zur Anatomie des Delphins, Zeitschr. f. Physiologie 1835, Bd. V, H. 2], RAPP beim Delphin) erwähnte, aber zum Teil unrichtig beurteilte Drüse beschreibt RAWITZ als „Glandula laryngealis“ bei Phocaena communis Cuv. Sie liegt bedeckt von den ventralen Spangen des Cricoidknorpels zwischen diesen und der Innenschleimhaut der Pars horizontalis des Larynx. Sie nimmt die ganze ventrale Fläche des Larynx ein, und mündet mit zahlreichen Öffnungen am Grunde flacher Gruben in der Schleimhaut der Pars horizontalis laryngis. Mikroskopisch handelt es sich um eine Lymphdrüse, deren zahlreiche Mündungen allerdings höchst merkwürdig sind. — Tonsillen sind bei Phocaena communis nicht vorhanden. / (RAWITZ *00a*.)

/ Der Kehldeckel verkümmert bei den Sirenen, verlängert sich aber bei den Waltieren, gemeinschaftlich mit den Gießkannenknorpeln, zu einer Röhre, welche sich in die Choanen einlegt und so einen ringsum vollständig geschlossenen Luftweg herstellt. / (VOGT und YUNG *94*, p. 952.)

Stimmlippe: / Stimmbänder fehlen den echten Cetaceen. / (STANNIUS *46*.)

/ Stimmbänder fand WEBER bei keinem der untersuchten Cetaceen. / (WEBER *86*.)

/ Andeutungen von wahren und falschen Stimmbändern sind bei Phocaena communis Cuv. nicht vorhanden (p. 32). / (RAWITZ *00a*.)

/ Die Cetaceen besitzen bekanntlich keine Stimmbänder. Zur Brunstzeit besitzt jedoch Megaptera boops eine Stimme. Wahrscheinlich findet nach RAWITZ bei Megaptera boops zur Brunstzeit eine Ausbildung vorhandener Schleimhautfalten zu schwingungsfähigen Membranen statt.

die mit dem Erlöschen der Brunst auch ihre Funktion wieder verlieren. Diese schwingenden Membranen würden, wenn auch nicht im Kehlkopf, so doch auf dem Wege von ihm bis zu den Choanen zu suchen sein./ (RAWITZ *00 b.*)

/Es fehlen Stimmbänder und sogar jedes Rudiment derselben bei den von BENHAM untersuchten Walen (siehe oben). MURIE 1871 betrachtet parallele Falten an der Epiglottisbasis bei RISSOS Grampus als deren Rudimente. Diese ziehen indessen von der Epiglottis zum Thyreoid, statt vom Arytaenoid zum Thyreoid, und neuere Autoritäten, z. B. DUBOIS, leugnen die Existenz von Stimmbändern bei den Cetaceen./ (BENHAM *01.*)

Perissodactyla.

Das Makroskopische über den Kehlkopf der Perissodactyla siehe in den oben p. 358 genannten Werken, besonders bei H. ALBRECHT *96 b*, p. 256 ff., LECHE in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, 5, 1, p. 1124.

Pferd: /Beim Pferd fand sich der Übergang vom hochgeschichteten weichen Plattenepithel, welches am Lig. vocale sehr niedrig ist, an der ähnlichen Stelle, wie bei den anderen Haussäugetieren.

Die Knorpelzellen des Kehlkopfknorpels des Pferdes zeichnen sich von denen der anderen Haussäugetiere durch ihre Größe aus./ (BUROW *02.*)

/SCHEIER untersuchte die Verknöcherung des Kehlkopfes bei Tieren. Darüber findet SCHEIER nur folgende Notizen: HOFFMANN (Tierärztliche Chirurgie, Lief. II, p. 314) gibt an, daß bei Pferden in hohem Alter nicht selten Verknöcherung des Kehlkopfes eintritt.

SCHEIER findet beim Pferde vermittelst Röntgenstrahlen frühzeitig, schon nach dem ersten Lebensjahre, eine Verknöcherung an der Stelle, wo die beiden Schildknorpelplatten vorn zusammenstoßen. Eine vollkommene Verknöcherung findet sich schon im 8.—10. Jahre./ (SCHEIER *01.*)

Artiodactyla.

Das Makroskopische über den Kehlkopf der Artiodactyla siehe bei H. ALBRECHT *96 b*, p. 260 ff., LECHE in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, 5, 1, p. 1124 f. und in auf p. 358 genannten Werken.

Sus: /Beim Schwein findet sich im Kehlkopf bis unterhalb des unteren Stimmbandes Plattenepithel./ (DAVIS *77.*)

/Beim Schwein liegt die Grenzlinie zwischen dem mehrschichtigen Plattenepithel und dem geschichteten Zylinderepithel ungefähr an derselben Stelle wie beim Hunde. In der gesammten oral von der Grenzlinie gelegenen Kehlkopfpartie (auch in den seitlichen Kehlkopftaschen) fand sich nur Plattenepithel./ (BUROW *02.*)

Die Stimmsaite des Schweines finde ich frei von Drüsen, wenn auch die Umgebung der Stimmlippe reich an Drüsen ist, welche ihre Ausführgänge zum Teil am Rande des Stimmbandes zur Oberfläche senden.

Hyaemoschus aquaticus: /FLOWER beschreibt Kehlkopf und Lunge von Hyaemoschus aquaticus eingehend makroskopisch unter Beifügung einer Abbildung vom Kehlkopf./ (FLOWER *67.*)

Cervus tarandus: /LÖNNBERG beschreibt den Kehlsack sowie den Kehlkopf beim Renntier eingehend makroskopisch./ (LÖNNBERG *02.*)

Bos taurus: /Beim Kalb findet sich im Kehlkopf bis unterhalb des unteren Stimmbandes Plattenepithel./ (DAVIS *77.*)

/Beim Ochsen besitzt der elastische Knorpel des Kehlkopfes sehr entwickelte Fasernetze, und der Hyalinknorpel zeigt bei demselben

Tier im Ring- und den Gießkannenknorpeln Kanäle mit Blutgefäßen./ (LEYDIG *57*, p. 373.)

/Im hyalinen Teil des Arytaenoidknorpels vom jungen Rinde ist die ganze Grundsubstanz von einem äußerst zarten und dichten Netzwerke erfüllt. Unmittelbar um die Zellen ist es dichter, bei verschiedenen Zellen verschieden viel. Die Knorpelzellen liegen meist einzeln, nur selten zu Gruppen vereinigt. Der Kern zeigt ein deutliches Chromatinnetz und einen oder mehrere Nukleolen von verschiedener, von ihrer Anzahl mit abhängiger Größe. Außerhalb des Kernes findet sich ein Klümpchen im Zellprotoplasma, um das gewöhnlich die reichlich vorhandenen Fetttropfen gruppiert sind. In diesem Gebilde lassen sich mit Orceïn und Kampeche dunkle Körner in dem Farbton färben, wie viele der der sogenannten Kapsel anliegenden Körner, in dem Farbton, in dem auch die Grundsubstanz des hyalinen Knorpels, allerdings viel heller sich färbt. SPULER glaubt, daß es sich hierbei um Bildung von Interzellularsubstanz handelt, welche also in einem bestimmten Organ der Knorpelzelle gebildet, in Form kleiner Körnchen nach außen transportiert und dort abgeschieden würde. Vermutlich verwandeln sich diese Körnchen dann unter Wasseraufnahme in die Grundsubstanz. Die Zellen liegen zumeist der Kapsel an. Die Zellen sind durch zahlreiche feinste Fädchen mit der Kapsel verbunden. Diese Zellfortsätze stehen im allgemeinen nicht gleich dicht, sondern sind meist an einem Pol oder auch an zweien viel zahlreicher; gewöhnlich ist dann an diesen Stellen der Zellleib weit ausgezogen. SPULER stellte nun fest, daß diese Zellenausläufer mit dem oben beschriebenen in der Grundsubstanz vorhandenen Netzwerk direkt in Zusammenhang stehen. Ebenso hängen die Netze von einer Zelle zur anderen zusammen. Die sogenannte Knorpelkapsel ist also der optische Ausdruck für das um die Zellen oft dichtere Netzwerk.

Was die Entstehung des elastischen aus dem hyalinen Knorpel anlangt, so findet SPULER, daß die elastischen Elemente von den Zellen selbst gebildet werden, daß aber die Bildung nicht von dem eigentlichen Zellleib auszugehen braucht, sondern daß auch, diskontinuierlich, an entfernten Stellen des Netzwerkes in der Grundsubstanz der Bildungsprozeß statthaben kann. Jedenfalls sind die entstehenden elastischen Elemente ganz überwiegend in direktem Zusammenhang mit der Zelle resp. der Kapsel, so daß unstreitig die Autoren, welche diese beobachteten (DEUTSCHMANN, O. HERTWIG, L. GERLACH), viel richtiger sahen, als die anderen (REICHERT, RABL-RÜCKHARD).

Bei der direkten Bildung elastischen Knorpels entstehen die Fasern nicht als leistenförmige Verdickungen der Zelloberfläche, sondern sie wachsen von einem ausgezogenen Teil der Zelle aus./ (SPULER *95*.)

/Beim Rinde (einjährig) zeigen sich wie beim Pferd im vorderen Teil der Schildknorpelplatte, an der Stelle des Schildknorpelwinkels, von welcher die Stimmbänder ausgehen, die primären Knochenkerne./ (SCHEIER *01*.)

Bos und Ovis: /Kalb und Schaf, wo die Differenzen von den menschlichen Verhältnissen schon weit auffälliger (als bei Hund, Katze und Kaninchen) sind, da sie weder Analoga der oberen Stimmbänder noch der Morgagnischen Taschen besitzen, lassen immerhin an der Basis des Kehldeckels etwelches Flimmerepithel erkennen, das an der Stimmritze von Plattenepithel unterbrochen wird, um gleich unter derselben von neuem zu beginnen./ (RHEINER *52a*.)

/ Bei Schaf und Rind ist der Übergang vom geschichteten Pflasterepithel zum einfachen flimmernden Zylinderepithel deutlich markiert, ungefähr an der Stelle, welche dem Ansatz der Cartilagines corniculatae entspricht. Ventralwärts liegt die Grenzlinie vor der aboralen Umbiegung der Stimmfalte. / (BUROW *02.*)

/ Im Gießbecken- und Ringknorpel des Schafes und Kalbes sah RHEINER größere arterielle Gefäßkanäle. Die Knorpelzellen zeigen um dieselben auf dem Querschnitt eine konzentrische Anordnung. / (RHEINER *52 b.*)

Ovis aries: / Die Kehlkopfschleimhaut bildet sich (Schaf) von der Oesophagealmucosa aus. Die übrigen Teile des Kehlkopfes bilden sich in Abhängigkeit vom mittleren Keimblatt. / (FAUVEL *79.*)

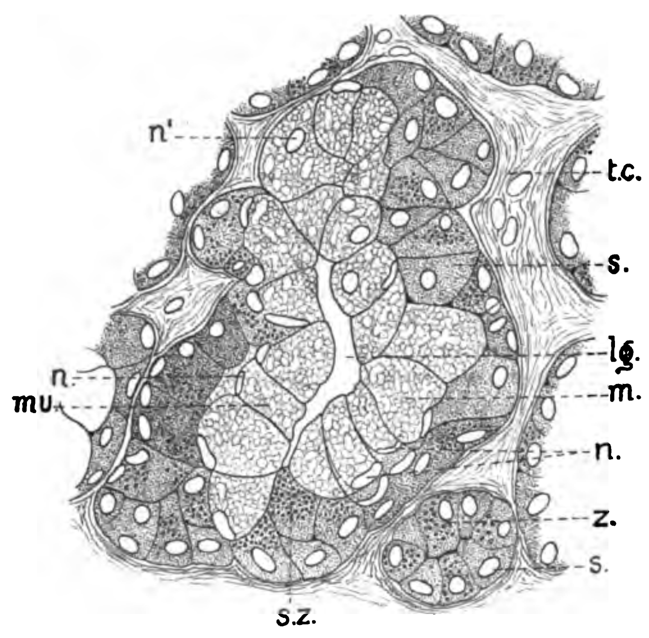


Fig. 208. **Drüsenkorn aus der Epiglottis vom Schaf.** Längsschnitt. Osmiumsäure. Eosin-Hämatoxylin. *lg* Drüsenlumen. *tc* Bindegewebsseptum, die Drüsenkörner trennend. *m* Schleimzellen; *mu* Mucigenkugeln, getrennt durch ein Protoplasmanetz; *n n n* Kerne der Schleimzellen, dort wo sie übereinanderliegend erscheinen, scheinen Kerne aus einer anderen Ebene durch; *s* seröse Zellen der Giannuzzischen Halbmonde, dieselben sind entweder granuliert oder serös oder zymogen *z*, oder gemischt, serös und zymogen *sz*. Solche Zellen zeigen selbst eine seröse und eine zymogene Zone im selben Protoplasmakörper vereinigt und deutlich verschieden. Leitz, Obj. 9, Okular 1, halbgehobener Tubus, reduziert auf $^{9}/_{10}$. (Nach RENAUT *97.*)

/ Beim Schaf im Kehlkopfepithel vorkommende schwärzliche Pigmentflecken sind körnige Pigmentablagerungen in und zwischen den tieferen Epithelschichten.

Beim Schaf bilden die Drüsen große voluminöse Pakete jenseits der Epiglottis zwischen deren Knorpel und dem Musculus hyoepiglotticus und in dem Kehldeckelknorpel selbst, sie durchbrechen hier mit ihren Ausführgängen die Cartilago epiglottica; an anderen Stellen aber präsentieren sie sich nur als wenig umfangreiche, flache, langgestreckte Agglomerate. / (SUSSDORF in ELLENBERGER *84.*)

/ Die Kehlkopfdrüsen bestehen z. B. beim Schaf aus Schleimzellen, welche von Stelle zu Stelle Giannuzzische Halbmonde zeigen (siehe Fig. 208). Letztere enthalten zugleich seröse Zellen und Zellen mit Zymogenkörnchen.

Obwohl das wahre Stimmband aus fibro-elastischem Gewebe von fast sehniger Konsistenz besteht, enthält dasselbe doch beim Schafe eine

gewisse Anzahl von Drüsen, auf jedem Querschnitt findet man bei diesem Tiere zwei oder drei solche. Die Drüsen sind ähnlich denen der Trachealschleimhaut und ihr Körper liegt in dem Fasergewebe des mittleren Teiles des quergeschnittenen Stimmbandes, zwischen dem Muskel und der Linie der Papillen. Die Sammelgänge dieser Drüsen öffnen sich an der Oberfläche, wie diejenigen der Mundhöhle; sie zeigen Erweiterungen in ihrem Verlauf. Die Mehrzahl neigt sich nach oben und nach unten, um diejenigen Teile der Oberfläche zu gewinnen, welche der Vereinigung des geschichteten Epithels mit dem Flimmerepithel entspricht: an den Grenzen des ersteren öffnet sich ihre Ausführgangsmündung.

Beim Schaf zeigt der Epiglottisknorpel zahlreiche Incisuren, welche oft tief genug sind, um die Kontinuität der Knorpellinie zu durchbrechen, welche dadurch in einander folgende Segmente geteilt ist, die durch ein Ligament vereinigt werden, das durch die Verbindung des vorderen und hinteren Perichondrium entsteht./ (RENAUT *97*.)

Sirenia.

Das Makroskopische über den Kehlkopf der Sirenen siehe bei LECHE in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, 5, 1, p. 1125.

Lamnungia.

Das Makroskopische über den Kehlkopf der Hyracoidea siehe bei LECHE in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, 5, 1, p. 1124.

/GEORGE beschreibt den Larynx vom Daman eingehend makroskopisch. Die Epiglottis ist am Schildknorpelkörper vermittelst mit Fett untermischter elastischer Bündel befestigt./ (GEORGE *75*.)

Rodentia.

Das Makroskopische über den Kehlkopf der Nagetiere siehe bei H. ALBRECHT *96 b*, p. 264ff., LECHE in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, 5, 1, p. 1122f. und in den oben p. 358 genannten Werken (Kaninchen besonders bei W. KRAUSE *84* und VOGT und YUNG *94*, p. 914ff.).

Lepus cuniculus: /Beim Kaninchen findet sich folgende Epithelanordnung im Kehlkopfe: Ein breiter Saum von Plattenepithel; mittlerer Teil und Basis des Kehldeckels: Flimmerepithel; obere Stimmbänder: Plattenepithel; von hier an, wie beim Hunde./ (RHEINER *52a*.)

Ich gebe in Fig. 209 eine Rekonstruktionsfigur der Kehlkopfschleimhaut von einem jungen Kaninchen. Das Epithel zeigte hier nicht immer einen entschiedenen Charakter, namentlich am Kehlkopfeingang in der Epiglottisgegend fanden sich Formen, die zunächst den Eindruck eines geschichteten Epithels machten, jedoch in ihrer der Oberfläche zunächst gelegenen Schicht deutlich hohe Zylinderzellen zeigten. In der Stimmbandgegend fand sich dann deutliches, geschichtetes Pflasterepithel, welches ziemlich plötzlich dem Zylinderepithel Platz machte, das weiterhin Kehlkopf und Trachea auskleidete. Letztere Grenze ist in der Rekonstruktionsfigur (schwarz gegen weiß) eingezeichnet, während die eigentümlichen Formationen in der Epiglottisgegend wegen der Kleinheit des Objekts nicht gezeichnet wurden. Jedenfalls haben wir aber hierin schon die Anfänge jener Epithelanordnung zu sehen, welche RHEINER, siehe oben, für das erwachsene Kaninchen schilderte.

Die Epiglottis zeigte in ihrem freien Teil (siehe Fig. 210) bei dem von mir untersuchten jungen Kaninchen keine Drüsen, während dieselben weiterhin im Kehlkopf desselben Tieres bereits angelegt waren.

/Drüsen des Kehlkopfes und der Luftröhre vom Kaninchen (siehe **Taf. I, Fig. 12**). Die Drüsen gleichen denen des Hundes (siehe dort) sehr, liegen jedoch dem Oberflächenepithel viel näher. Manche Alveolen, besonders seröse und auch kleinere Lobuli, schmiegen sich direkt an das Epithel. Die Drüsenläppchen sind kleiner als beim Hunde. Auch finden sich beim Kaninchen zahlreichere rein seröse Drüsenläppchen. Die kurzen Ausführgänge sind an der Ausmündung mit zweischichtigem Zylinderepithel bekleidet, welches oft schon dicht unter der oberflächlichen Epithellage durch spezifische Schleimzellen ersetzt wird. Hier scheinen sich auch rein seröse Drüsen zu finden. Nach Pilokarpinisation sind die Sekretkapillaren und Sekretwege stark erweitert (opp. Katze)./ (FUCHS-WOLFRING *98.*)

/Die Fortsätze der Basis des Knorpels der Epiglottis bestehen beim Kaninchen fast ganz aus Hyalinknorpel. Die elastischen Züge in

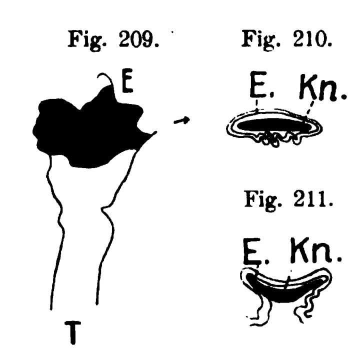


Fig. 209. **Kehlkopf von Lepus cuniculus, Kaninchen**, junges Tier. Vergr. 5fach. Rekonstruktionsfigur des Kehlkopfes samt Epiglottis *E*. Der Verbreitungsbezirk des geschichteten Pflasterepithels ist schwarz dargestellt. *T* Trachea.

Fig. 210. **Epiglottis vom jungen Kaninchen.** Lepus cuniculus. Die laryngeale Seite sieht nach oben. Querschnitt. *Kn* Knorpel; *E* Epithel. Vergr. 20fach, reduziert auf $^3/_4$.

Fig. 211. **Epiglottis von der japanischen Tanzmaus.** Querschnitt, die laryngeale Seite der Epiglottis sieht nach oben. *Kn* Knorpel, *E* Epithel. Vergr. 20fach, reduziert auf $^3/_4$.

ihrem Laufe halten sich in einiger Entfernung von der Wand der Knorpelhöhlen, so daß jede Knorpelzelle noch von einer hyalinen Substanz umgeben ist./ (GEGENBAUR *92.*)

/Nach GÖPPERT ist der Anteil elastischer Fibrillennetze im Epiglottisknorpel bei Lepus cuniculus erheblich und die Netze bilden breite Bänder. Doch gibt auch GÖPPERT an, daß die Grundsubstanz in der Umgebung der Zellen ganz hyalin bleibe./ (GÖPPERT *01.*)

Das Stimmband finde ich auch beim Kaninchen frei von Drüsen. Über Nervenendigungen im Kehlkopf des Kaninchens siehe oben p. 379 die Angaben und die Abbildung von RETZIUS *92.*

Cavia cobaya: /Drüsen des Kehlkopfs und der Luftröhre vom Meerschweinchen: Die Drüsen sind nicht in Läppchen angeordnet, sondern mehr gleichmäßig zerstreut, sie liegen nicht so dicht unter dem Epithel wie beim Kaninchen. Die meisten Drüsen zeigen Schleimreaktion, seröse Alveolen sind äußerst selten und auch Halbmonde nur hie und da anzutreffen. Das Epithel der Ausführgänge ist zweischichtig zylindrisch, oft beginnen Schleimzellen schon gleich an der Mündung des Ganges./ (FUCHS-WOLFRING *98.*)

Ratte: /Der Kehldeckel und die Stimmbänder haben bei Mus decumanus ein geschichtetes Plattenepithel, der übrige Kehlkopf flimmert./ (LEYDIG *54 b.*)

/Drüsen des Kehlkopfes und der Luftröhre der Ratte. Die Drüsen sind meistens ziemlich gesondert in Läppchen angeordnet. Beide

Drüsentypen (Schleim- und seröse Drüsen) sind vertreten. An den Schleimalveolen sieht man hie und da Randzellen. Die Ausführgänge sind zunächst mit Flimmerepithel bekleidet, dann meistens mit zweischichtigem Zylinderepithel, bestehend aus hohen schmalen Zellen. Manche Schleimröhren zeigen ein enorm großes Lumen. Im submucösen Bindegewebe finden sich Anhäufungen von Lymphkörperchen./ (FUCHS-WOLFRING *98.*)

/GEGENBAUR fand den Knorpel der Epiglottis bei der Ratte ohne Fasernetze (bei einem noch nicht völlig ausgewachsenen Exemplar). Das Knorpelgewebe unterschied sich nur durch etwas geringere Interzellularsubstanz von den anderen Knorpeln des Larynx./ (GEGENBAUR *92.*)

Mus. Im Kehlkopf der japanischen Tanzmaus reicht das geschichtete Pflasterepithel, den oberen Teil des Kehlkopfes samt den Morgagnischen Ventrikeln ganz auskleidend, bis über das Stimmband nach abwärts, unter dem Stimmband geht es erst auf der dorsalen, dann auf der ventralen Seite in das flimmernde Zylinderepithel über, welches weiterhin den Kehlkopf und die Trachea auskleidet.

Drüsen fanden sich bei der japanischen Tanzmaus im freien Teil der Epiglottis nicht (Fig. 211 zeigt eine Stelle nahe dem freien Teil), an der Basis der Epiglottis tritt jederseits ein beträchtliches Drüsenpaket auf, das sich dann weiter fortsetzt in die beiderseits zum Morgagnischen Ventrikel mündenden Drüsengruppen. Dann treten Drüsen erst wieder unterhalb des Stimmbandes auf und zwar bald in der ganzen Peripherie des Kehlkopfes. In Ringknorpelhöhe bilden die Drüsen ringsum einen den Knorpel an Breite übertreffenden Ring.

Eigentümliche Verhältnisse zeigen sich an der Befestigungsstelle des Stimmbandes am Schildknorpel. Letzterer zeigt nämlich eine mediane Verdickung, welche sich von den seitlichen Flügeln des Schildknorpels getrennt hat; nach oben scheint der Zusammenhang mit den seitlichen Teilen gewahrt zu sein, doch springt die mediane Verdickung auch nach oben zu noch eine Strecke weit ins Kehlkopfinnere vor. Es erinnert dies an die bei Monotremen geschilderten Verhältnisse, bei denen jedoch die Selbständigkeit dieses medianen Knorpelstückes eine weit größere ist.

Unter dieser Befestigungsstelle des Stimmbandes hört dann dieser mediane Knorpel plötzlich auf, die seitlichen Teile des Schildknorpels weichen auseinander und die dadurch von Knorpel freie Stelle füllt zum Teil der Stimmbandmuskel, zum anderen Teil näher der Medianebene eine dem Ligamentum crico-thyreoideum medium entsprechende Bildung In der Schleimhaut lag an dieser Stelle eine isolierte Drüse mit weitem Ausführgang.

Myoxus glis: /Das Maximum der durch Drüsenwucherung erfolgenden Rückbildung des Epiglottisknorpels (GEGENBAUR) findet GÖPPERT bei Myoxus glis./ (GÖPPERT *01.*)

Sciurus vulgaris: /Im Kehlkopfe kommen hier zusammengesetzte tubulöse Drüsen sehr reichlich vor./ (FRANKENHÄUSER *79.*)

/Bei Sciurus ist es zur Bildung von Kehlsäcken, allerdings geringer Dimensionen, gekommen./ (GÖPPERT *94a.*)

Das Epithel ist beim Eichhörnchen (Sciurus vulgaris) im Kehlkopfeingang im wesentlichen geschichtetes Pflasterepithel. Doch finden sich auf der laryngealen Epiglottisseite in den mittleren Partien derselben, namentlich im Bereich der hier zahlreichen Drüsenmündungen zahlreiche Zylinderzellen. Auch in dem im allgemeinen von sehr niedrigem Epithel

ausgekleideten Kehlsackgebiet fand ich an einigen, jedoch seltenen Stellen das Nebeneinander deutlicher, als das Übereinander in der Epithelanordnung. In Stimmbandhöhe teilt sich das Kehlkopflumen in zwei Räume (ähnlich, wenn auch nicht so ausgeprägt, wie ich dies oben p. 417 für Phalangista beschrieben habe, vergl. auch Fig. 213), einen dorsalen, von den Knorpeln umgebenen und einen ventralen, vom Stimmband begrenzten. Der dorsale Raum trägt hier bereits hohes flimmerndes Zylinderepithel, während über dem Stimmband das geschichtete Pflasterepithel ganz niedrig bleibt, um dann unterhalb der Stimmbandgegend gleichfalls in flimmerndes Zylinderepithel überzugehen.

Beim Eichhörnchen dringen die an der Epiglottisbasis liegenden Drüsenpakete in den stark gehöhlten Epiglottisknorpel ein, so daß ein

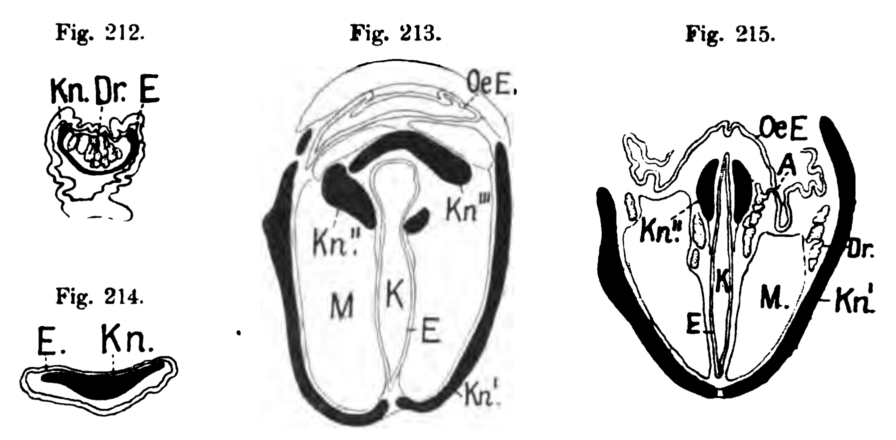


Fig. 212. **Epiglottis vom Eichhörnchen, Sciurus vulgaris.** Querschnitt, die laryngeale Seite sieht nach oben. Der größere Teil des Epiglottisknorpels *Kn* ist durch Drüsen *Dr* ersetzt. *E* Epithel. Vergr. 20fach, reduziert auf $^3/_4$.

Fig. 213. **Kehlkopf vom Eichhörnchen, Sciurus vulgaris.** Querschnitt in Stimmbandhöhe. *Oe E* Oesophagusepithel; *K* Kehlkopflumen; *Kn' Kn'' Kn'''* Kehlkopfknorpel; *E* Kehlkopfepithel; *M* Muskulatur. Vergr. 11fach, reduziert auf $^4/_5$.

Fig. 214. **Epiglottis vom Ziesel, Spermophilus citillus.** Querschnitt, die laryngeale Seite sieht nach oben. *Kn* Knorpel; *E* Epithel. Vergr. 20fach, reduziert auf $^3/_4$.

Fig. 215. **Kehlkopf vom Ziesel, Spermophilus citillus.** Querschnitt in Stimmbandhöhe. *K* Kehlkopfknorpel; *E* Kehlkopfepithel; *Oe E* Oesophagusepithel; Drüsen *A*, deren Ausführgang; *Kn' Kn''* Knorpel; *M* Muskulatur. Vergr. 11fach, reduziert auf $^4/_5$.

Bild entsteht, wie es Fig. 212 zeigt, die bereits dem freien Teil der Epiglottis entspricht. Auch weiterhin gegen die Epiglottisbasis ist der Knorpel dicht von Drüsen durchwachsen. Diese Drüsen gehen endlich in zwei große seitlich im ventralen Teil des Kehlkopfes gelegene Drüsenpakete über, von denen sich Ausläufer nach hinten gegen die Aryknorpel ziehen. Das Stimmband ist drüsenfrei, unterhalb desselben treten erst seitlich und dann in der ganzen Peripherie des Kehlkopfes Drüsen auf. Dieselben schwinden jedoch unterhalb des Ringknorpels wieder vollständig.

Fig. 213 entstammt der Stimmbandgegend des Kehlkopfes vom Eichhörnchen und zeigt, wie hier an Stelle, an der wir das Stimmband erwarten sollten, die Muskulatur fast unmittelbar unter das Epithel tritt, so daß die Reste eines Stimmbandes hier weit weniger ins Auge springen, als z. B. bei den Monotremen und manchen Marsupialiern.

Spermophilus citillus. Ähnlich wie beim Eichhörnchen fand ich den Kehlkopf beim Ziesel gebaut. Doch machten sich hier die Drüsen in der Epiglottis (siehe Fig. 214) nicht so breit, wie dort (dementsprechend trug auch die ganze laryngeale Epiglottisfläche geschichtetes Pflasterepithel). Für Beurteilung der Kehlkopfdrüsen interessant ist der spezielle, in Fig. 215 dargestellte Fall. Drüsen, welche nach der linken Seite (vom Beschauer) des Präparates beurteilt, ohne weiteres als Kehlkopfdrüsen angesehen würden, münden, wie die rechte Seite des Präparates (bei *A*) zeigt, in den Oesophagus. Es geht daraus hervor, daß Untersuchungen über die Anordnung der Drüsen im Kehlkopf nur an der Schnittserie gemacht werden können.

Carnivora.

Das Makroskopische über den Bau des Kehlkopfs der Karnivoren siehe bei H. ALBRECHT *96 b* p. 274 ff., LECHE in BRONN *unvoll.* Bd. VI, 5, 1, p. 1123 und in weiteren oben auf p. 358 genannten Werken.

Fig. 216. Fig. 217.

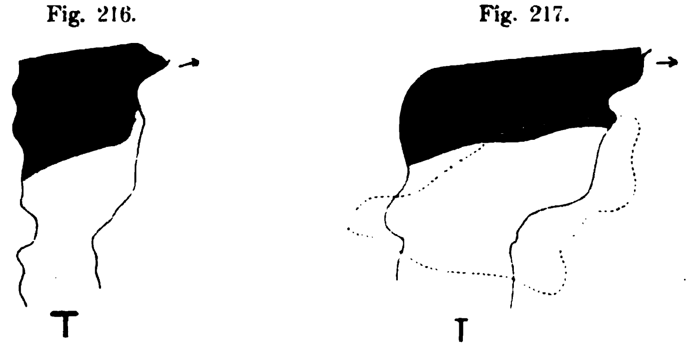


Fig. 216. **Kehlkopf von Canis familiaris, Hund,** 1 Tag altes Tier. Die dargestellte Rekonstruktionsfigur des Kehlkopfinnern beginnt hinter der Epiglottis Der Verbreitungsbezirk des geschichteten Pflasterepithels ist in schwarz dargestellt. *T* Trachea. Vergr. 5fach.

Fig. 217. **Kehlkopf von Canis familiaris, Hund,** 8 Tage altes Tier. Die dargestellte Rekonstruktionsfigur des Kehlkopfinnern beginnt hinter der Epiglottis. Der Verbreitungsbezirk des geschichteten Pflasterepithels ist in schwarz dargestellt. Die Umrisse des Ringknorpels werden durch die punktierte Linie angedeutet. *T* Trachea. Vergr. 5fach.

Karnivoren. /In der Epiglottis sind Schleimdrüsen bei Karnivoren sehr selten./ (KLEIN and SMITH *80.*)

/In den Atmungswegen der Hunde und Katzen kommen Noduli nur im Kehlkopf vor.

Die Noduli des Kehlkopfes von Hund und Katze unterscheiden sich von den im Sinus piriformis des Menschen beschriebenen fast gar nicht, jedoch liegt bei Hund und Katze die Mehrzahl der Noduli an der Mündung von Schleimdrüsenausführgängen. Manchmal kann man die Noduli zum Teil in der Mucosa und zum Teil in der Submucosa neben dem Ausführgang unweit seines Austrittes aus den Alveolen sehen./ (DOBROWOLSKI *94.*)

Canis familiaris. /Epithel des Kehlkopfes: Beim Hunde findet sich folgende Epithelanordnung im Kehlkopfe: Untere Kehldeckelfläche mit Inbegriff der oberen Stimmbänder: Pflasterepithel; MORGAGNIsche

Taschen: Flimmerepithel; untere Stimmbänder: Plattenepithel; von hier an: Flimmerepithel. / (RHEINER *52a.*

/Beim Hund findet sich (gegen RHEINER), wenigstens im hinteren Abschnitte des MORGAGNIschen Ventrikels, Pflaster- nicht Flimmerepithel, besonders in den Blindsäcken, die durch Kreuzung der Stimmbänder entstehen, findet sich ein mächtiges Pflasterepithel vor. / (VERSON *68.*)

/Beim Hund ist zu unterscheiden zwischen vielschichtigem Plattenepithel und vielschichtigem flimmerndem Zylinderepithel. Die scharf markierte Übergangsstelle befindet sich an der Stelle der Schleimhaut, welche dem aboralen Rande des Gießkannenknorpels und des Proc. vocalis anliegt. Ventral liegt die Grenze genau am aboralen Rande der sich an den Proc. vocalis anschließenden wahren Stimmfalte. Auch in den seitlichen Kehlkopftaschen ist überall (entgegen früheren Angaben)geschichtetes Pflasterepithel. / (BUROW *02.*)

Die Ausdehnung des geschichteten Pflasterepithels habe ich in zwei Rekonstruktionsfiguren vom 1 Tage alten Hund (Fig. 216) und vom 8 Tage alten Hund (Fig. 217) dargestellt. In der letzteren Figur sind die Umrisse des Ringknorpels angedeutet. Die kraniale Grenze des letzteren fällt annähernd, wenn auch nicht ganz, mit der kaudalen Grenze des geschichteten Pflasterepithels zusammen. Den Morgagnischen Ventrikel fand ich schon beim 8 Tage alten Hund in ganzer Ausdehnung beiderseits von geschichtetem Pflasterepithel ausgekleidet, kann also darin die Angaben der neueren Autoren bestätigen. Die widersprechende ältere Angabe RHEINERS läßt sich vielleicht damit erklären, daß derselbe eine andere Hundegattung untersuchte. Die Mutter des von mir untersuchten Hundes war ein Spitz, der Vater blieb unbekannt.

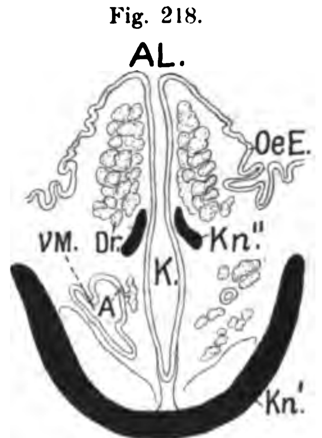
/Die Drüsen in Kehlkopf und Luftröhre des Hundes liegen im submucösen Bindegewebe und erstrecken sich auch auf das Gebiet des lockeren Bindegewebes, dicht am Knorpel. Sie sind in größere oder kleinere Lobuli gesondert, welche durch verschieden dicke bindegewebige Septa voneinander getrennt sind. Die Anordnung der serösen und Schleimdrüsenzellen ist eine mannigfaltige. Es finden sich in den Schnitten rein seröse Läppchen, reine Schleimdrüsenläppchen, Läppchen mit beiderlei Drüsenzellen; solche Präparate zeigen Randzellenkomplexe mehr oder weniger stark ausgebildet. Letztere zeigen deutliche Sekretkapillaren. Die Sekretkapillaren der serösen Alveolen gehen als kleine helle Röhrchen zwischen (wie man damals meinte) die Zellen hinein und endigen blind mehr oder weniger weit entfernt von der Basis (siehe **Taf. I, Fig. 8, 9 und 10**).

Die Ausführgänge sind meist sehr groß, in der Trachea im allgemeinen kleiner als im Kehlkopf. Sie sind mit zweischichtigem Zylinderepithel ausgekleidet, welches in der Nähe der Ausmündung mit Flimmerhaaren besetzt ist. Je weiter sich der Gang verzweigt, desto niedriger werden die Epithelzellen. Diese zylindrischen Zellen gehen an manchen Stellen in Schleimzellen plötzlich über. Bei vielen Schleimgängen sind die Zellen ganz abgeflacht und protoplasmatisch, man sieht dies besonders bei jenen, die enorm weite Lumina besitzen. / (FUCHS-WOLFRING *98.*)

Die Anordnung der Drüsen im Kehlkopf des Hundes betreffend, mögen die Abbildungen Fig. 218, 219 und 220 herangezogen werden, in welchen einige der Hauptgruppen im Schnitte sichtbar sind, so die große den Aryknorpeln aufgelagerte Drüsengruppe am Eingang des Kehlkopfes, die medial von diesen Knorpeln liegende Drüsengruppe und die Drüsen des Morgagnischen Ventrikels.

Knorpel: / Beim Hund sind Gießbeckenknorpel, Santorinischer und Wrisbergscher Knorpel auf beiden Seiten zu einem mehrfach gehörnten Ganzen verschmolzen, und man findet auf dem senkrechten Durchschnitte den unteren Teil aus hyalinem, den oberen aus weißlichem Netzknorpel bestehend. Der Übergang findet an der schmalen eingeschnürten Stelle statt, wo schon die physikalische Verschiedenheit den histologisch abweichenden Charakter beider Teile anzeigt. Es schiebt sich hier kein Bindegewebsknorpel ein, sondern der Übergang aus dem hyalinen in den Netzknorpel ist ein unmittelbarer. MIESCHER (De inflammat. oss. p. 27) machte ähnliche Beobachtungen beim Schwein und Ochsen.

Fig. 218.



Der größte Teil der zentralen Schicht des Epiglottisknorpels wird von einem rundmaschigen, fast blasig aussehenden Netzwerke eingenommen, mit schmalen Scheidewänden und großen Zwischenräumen, die jeder von einer großen Fettzelle ausgefüllt werden. Nur der äußere Rand, welcher die Grenze gegen die periphere Schicht bildet, zeigt gewöhnliches fettarmes, netzförmig verfilztes Fasergewebe. / (RHEINER *52b*.)

/ Bei Hunden im Alter von 7—8 Jahren fand sich schon eine starke Verknöcherung des Kehlkopfes. / (SCHEIER *01*.)

Fig. 219.

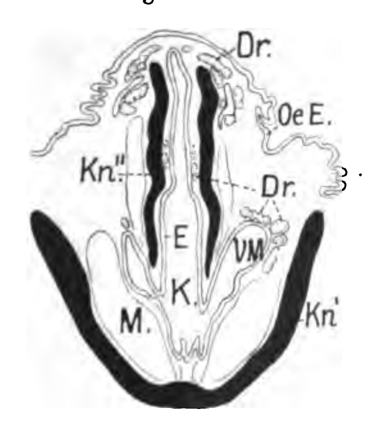


Fig. 220.

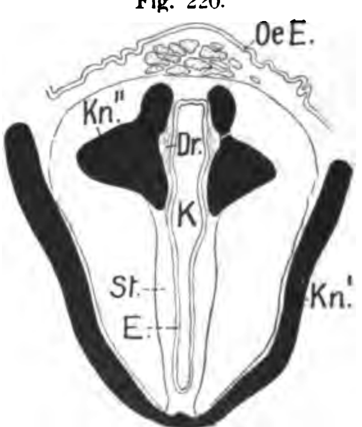


Fig. 218, 219, 220. **Kehlkopf vom 8 Tage alten Hund, Canis familiaris.** Drei Querschnitte aus derselben Serie. Schnitt 218 in der Höhe des Kehlkopfeingangs. Schnitt 219 in der Höhe des offenen Zuganges zu den Morgagnischen Ventrikeln *VM* und Schnitt 220 in der Höhe der Stimmbänder *St*, *K* Kehlkopflumen, *OeE* Oesophagusepithel, *E* Kehlkopfepithel, *Dr* Drüsen, *A* deren Ausführgänge. *Kn'*, *Kn''* Knorpel, *M* Muskeln. Vergr. 11fach, reduziert auf $^4/_5$.

/ Blutgefäße: Die Schleimhaut des Kehlkopfes zeigt beim Hunde dadurch, daß eng umgrenzte Flächenstücke mit selbständigen Zuflüssen und Abflüssen ausgestattet sind, einen solchen Wechsel hinsichtlich der Anordnung der Wege des Blutstromes, auf welchen es sich verteilen und wieder sammeln muß, wie kein flächenhaftes Gebilde des menschlichen

Körpers. Vergl. darüber die zahlreichen Abbildungen von SPIESS. Neben allen Abweichungen an Gestalt und Dichte der Netze aus Kapillaren und Venen gleichen sich die verschiedenen Stellen in dem Zurücktreten der arteriellen Zu- gegen die venösen Abflüsse. Betreffend Einzelheiten verweise ich auf die Originalarbeit von SPIESS.

Der anatomischen Einrichtung nach können die unversehrten Blutkapillaren des Hundekehlkopfes zwar öfter einen Wechsel ihres Inhaltes, keinenfalls aber eine merkliche Zunahme ihrer Lichtung erfahren, da sie, von straffem Gewebe umschlossen, das aus den schmächtigen Arterien empfangene Blut widerstandslos den tieferliegenden und geräumigen Venennetzen übermitteln. Da sich ein unvermittelter Übergang der Arterien in die Venen nicht findet, so ist anzunehmen, daß die Kapillaren in der Kehlkopfschleimhaut von einem stetigen, aber schwachen Strom durchkreist werden.

Alle von SPIESS beobachteten Tatsachen, namentlich die engen Arterien im Verhältnis zu den geräumigen Venen mit ihren bequemen Abflußwegen, die Einbettung der Kapillaren in die elastische, straffe Faserung, die geringe Reizbarkeit der Gefäßnerven und im Gegensatz hierzu die Empfindlichkeit der in die Schleimhaut eingebetteten Gefäße gegen den Induktionsstrom und den Terpentindampf machen es in hohem Grade wahrscheinlich, daß jede merkliche Anhäufung von Blut in den Gefäßen der Schleimhaut durch die selbständige Nachgiebigkeit der Gefäßwand und ihrer nächsten Umgebung bedingt sei. / (SPIESS *94*.)

/ Lymphgewebe: BOLDYREW findet inkonstant Lymphnoduli-Anhäufungen im Kehlkopf des Hundes auf beiden Seiten an der Eingangsstelle zum Morgagnischen Ventrikel, ähnlich einem Peyerschen Nodulus des Dünndarmes, und zwar fanden sich unter zehn Kehlköpfen bei fünfen schon mit bloßem Auge ähnliche, gehäuft oder aber vereinzelt vorkommende, kugelig vorgewölbte Gebilde. Meist saßen dieselben im Morgagnischen Ventrikel oder an den falschen Stimmbändern, in einigen Fällen fanden sich solche Gebilde neben diesen auch an der hinteren Fläche der Epiglottis, einmal ganz nahe der Spitze der Epiglottis. Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß die Gebilde in ihrem Bau vollständig mit lymphatischen Noduli übereinstimmen. Sie werden von den von HIS an den Darmnoduli beschriebenen Lymphspalten umfaßt. Beim Menschen und anderen Tieren fand BOLDYREW keine solitären Noduli oder gehäuften Noduli im Morgagnischen Ventrikel und an den falschen Stimmbändern. / (BOLDYREW *71 b*.)

/ Bei gesunden Hunden fand DOBROWOLSKI im Sinus Morgagni (am vorderen Teil) konstant 1—6 runde mohnkorngroße und größere Noduli. In der Pars interarytaenoidea und auf der unteren hinteren Epiglottisfläche sind sie nicht immer vorhanden, und wenn sie auch vorkommen, so schwankt ihre Zahl von 1—10. / (DOBROWOLSKI *94*.)

Ich vermisse diese Noduli des Sinus Morgagni bei Hunden von 1 Tag und 8 Tagen Alter. Wir müssen demnach annehmen, daß diese Noduli Bildungen des reiferen Alters vorstellen und dann werden sie sich wohl auch bei verschiedenen Rassen in etwas verschiedener Weise entwickeln.

Epiglottis: Über den Epiglottisknorpel vergl. oben p. 433 die Angaben von RHEINER *52 b*.

/ Die Schleimhaut der vorderen Epiglottisfläche trägt beim Hunde Papillen, die der hinteren Fläche, sowie der Gießkannenknorpel, dann der Ligamenta epiglottidea arytaenoidea und der Stimmbänder ist glatt.

Das Epithel ist durchweg auch im Sinus ein geschichtetes Plattenepithel, welches sich etwas bis unter den freien Rand des Ligamentum vocale inferius erstreckt, seitlich und nach rückwärts etwas höher und mit einer zackigen und welligen Linie gegen das Flimmerepithel endigt. / (DAVIS 77.)

/ Die Epiglottis des Hundes enthält Inseln von elastischem Knorpel, welche durch Fettzellengewebe voneinander getrennt sind. / (RANVIER 89.)

/ Der Kehldeckel stellt sich beim Hund auf seinem Querschnitt als ein drüsenhaltiger Knorpel dar, der auf seiner Zungen- und Kehlkopfseite von einer Schleimhaut überzogen ist. Der vordere, der Zungenseite angehörige Schleimhautüberzug ist ärmer an Blutgefäßen als der hintere. Sein Übergewicht verdankt er den eingelagerten Drüsen. Die Arterien-

Fig. 221. Fig. 223.

Fig. 222.

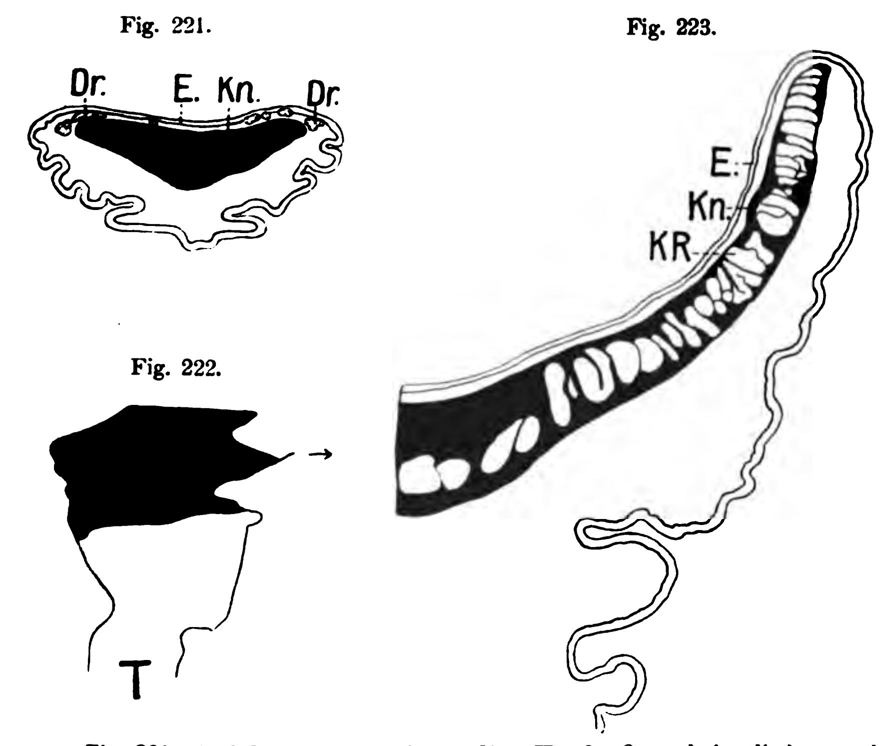


Fig. 221. **Epiglottis vom 8 Tage alten Hund.** Querschnitt, die laryngeale Seite sieht nach oben. *Kn* Knorpel, *E* Epithel, *Dr* Drüsen. Vergr. 20fach, red. auf $^3/_4$.

Fig. 222. **Kehlkopf von Canis vulpes, Fuchs.** Die dargestellte Rekonstruktionsfigur des Kehlkopfinneren beginnt hinter der Epiglottis. Der Verbreitungsbezirk des geschichteten Pflasterepithels ist in schwarz dargestellt. *T* Trachea. Vergr. $2^1/_2$fach.

Fig. 223. **Epiglottis vom Fuchs, Canis vulpes.** Querschnitt. Es ist nur die rechte Hälfte des Schnittes dargestellt, die laryngeale Seite sieht nach oben. Der Knorpel zeigt zahlreiche ausgesparte Räume *KR*, *E* Epithel. Vergr. 20fach, reduziert auf $^3/_4$.

zweige bilden abweichend zu dem Verhalten auf anderen Häuten keine Netze, teilen sich vielmehr bis zum kapillaren Durchmesser. Die Kapillaren formen Maschen länglicher Gestalt. Größere und kleinere Venen bilden (im Gegensatz zu den Arterien) Netze. / (SPIESS 94.)

Fig. 221 zeigt einen Querschnitt durch den freien Teil des Kehldeckels vom 8 Tage alten Hunde. Die laryngeale Seite weist noch in dieser Höhe vereinzelte, nicht gerade wenige Drüsen auf.

Stimmband: Die Breite des Hundestimmbandes ist aus der oben p. 433 gegebenen Fig. 220 *St* ersichtlich. Die Gegend des Stimmbandes ist beim Hunde vollständig drüsenfrei. Wohl aber liegen in derselben Höhe (in demselben Schnitt) in einiger Entfernung vom Stimmband zum dorsalen Teil des Kehlkopflumens mündende Drüsen (siehe die Fig. 220 *Dr*).

/ Die Stimmbänder großer Hunde können bis weit nach vorn von der C. arytaenoidea und den mit ihr verschmolzenen Santorinischen und Wrisbergschen Knorpeln (RHEINER) aus verknorpeln. / (VERSON *68.*)

/ Beim Hunde erscheint das elastische Gewebe des oberen Stimmbandes nicht selten verknorpelt, wobei der Prozeß vom Gießbeckenknorpel nach vorn zu vorschreitet. Es liegen dann die Drüsen größtenteils hinter dem Knorpel und ergießen sich durch denselben in den Ventrikel. / (VERSON *71.*)

/ Der größte Durchmesser der Kapillarnetze liegt beim Hunde, wie auch BOLDYREW angibt, in der Längsrichtung der Stimmbänder. Am injizierten Präparat schimmert auch durch die Bänder die Farbe stark hervor, so daß die gewöhnliche Blässe der Bänder weder auf einem Mangel an Gefäßen, noch auf der Undurchsichtigkeit der Epithelien beruht.

Beim Hunde bildet die Morgagnische Tasche einen geräumigen Sack, der auf seiner äußeren Fläche von dem Musculus ary-epiglotticus umzogen ist und in dessen Höhle sich kleine Speicheldrüsen öffnen, deren Zahl von Hund zu Hund wechselt. / (SPIESS *94.*)

Die Gestalt des Morgagnischen Ventrikels beim 8 Tage alten Hund ist aus den Fig. 218 und 219 ersichtlich, ebenso die Drüsenanordnung um den Ventrikel.

Canis vulpes: Beim Fuchs ist der Kehlkopf dem des Hundes ähnlich gebaut. Die Anordnung des Epithels zeigt Fig. 222. Geschichtetes Pflasterepithel zieht in ganzer Breite in den Kehlkopf herein und kleidet denselben samt den Morgagnischen Ventrikeln aus. Unterhalb der Stimmbänder tritt flimmerndes Zylinderepithel auf.

Die Drüsen lassen auch hier die Stimmbänder vollständig frei, um unter denselben wieder zahlreich aufzutreten.

Die Epiglottis ist drüsenärmer als beim Hunde, so fehlen die Drüsen in dem abgebildeten Schnitt (Fig. 223), obwohl derselbe noch etwas vom freien Teil der Epiglottis entfernt ist, vollständig. Die Figur zeigt auch, wie spärlich verhältnismäßig die eigentliche Knorpelsubstanz im Epiglottisknorpel ist. Stränge dicker elastischer Fasern verbinden die einzelnen Knorpelzellnester. Die in der Figur hell belassenen Zwischenräume werden, ähnlich wie beim Hunde, von großen Zellen, offenbar Fettzellen und Bindegewebe ausgefüllt.

/ Im Kehlkopf des Fuchses fand HEYMANN den adenoiden Bau der subepithelialen Schicht ausgeprägt und Leukocyten in wechselnder, zum Teil recht erheblicher Menge. (Frischgeschossene Tiere.) / (P. HEYMANN *98.*)

Bei dem von mir untersuchten Tiere fand ich Lymphgewebe spärlich und Noduli nur ganz vereinzelt.

Meles taxus. Auch beim Dachs greift geschichtetes Pflasterepithel in ganzer Breite in den Kehlkopf (siehe Fig. 224) herein und kleidet denselben samt den stark entwickelten Morgagnischen Ventrikeln bis unterhalb der Stimmbänder aus. Drüsen sind im Dachskehlkopf sehr zahlreich. Sie finden sich auch auf der laryngealen Seite der Epiglottis noch

in deren freiem Teil (in dem unten in Fig. 225 abgebildeten Schnitt ist keine Drüse getroffen, doch sind in benachbarten Schnitten solche vorhanden). Auch das Stimmlippengebiet ist hier nicht vollständig frei von Drüsen. Zwar war es mir möglich, in der Querschnittserie einige aufeinanderfolgende Schnitte aufzufinden, in denen Drüsen oder deren Ausführgänge in der eigentlichen Stimmsaite (Chorda vocalis) nicht liegen. Weiter kaudal aber treten kleine Drüsen und namentlich Ausführgänge von unter der Stimmsaite liegenden Drüsen noch im dichten Stimmbandgewebe auf. Durch letzteres beeinflußt, erscheinen sie als langausgezogene Gänge, die sich unter dem Epithel rasch verjüngen. Sie erscheinen hier bei schwacher Vergrößerung wie zugespitzt, während sich mit stärkerer Vergrößerung konstatieren läßt, wie ihre Mündungen durch das geschichtete Pflasterepithel zur Oberfläche gelangen. Auf der kaudalen Seite des Stimmbandes fanden sich im dorsalen Abschnitt einige Schleimhautleisten.

Fig. 224.

Fig. 225.

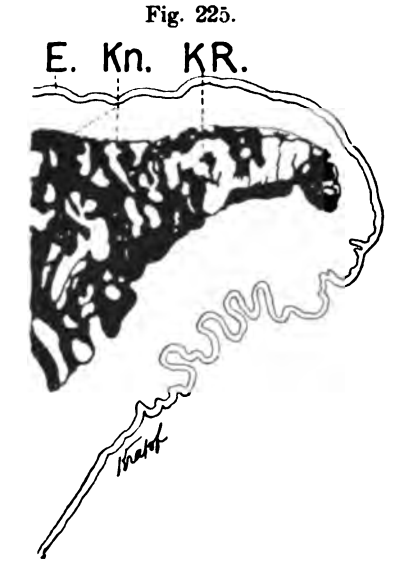


Fig. 224. **Kehlkopf von Meles taxus, Dachs.** Rekonstruktionsfigur des Kehlkopfinneren samt Epiglottis *E*. Der Verbreitungsbezirk des geschichteten Pflasterepithels ist in schwarz dargestellt. *T* Trachea. Vergr. $2^1/_2$fach.

Fig. 225. **Epiglottis vom Dachs, Meles taxus.** Querschnitt. Es ist nur die rechte Hälfte des Schnittes dargestellt, die laryngeale Seite sieht nach oben. Der Knorpel *Kn* zeigt zahlreiche ausgesparte Räume *KR*. *E* Epithel. Vergrößerung 20fach, reduziert auf $^3/_4$.

Der Epiglottisknorpel (siehe Fig. 225) zeigt sehr ausgesprochen die wabige Struktur, wie bei Fuchs und Hund. Faseriges Bindegewebe ist in den Lücken des elastischen Knorpels neben den zelligen Räumen hier gut entwickelt und überall von starken elastischen Fasern, welche die Inseln des elastischen Knorpels miteinander verbinden, durchflochten.

Um die Morgagnischen Ventrikel findet sich neben den zahlreichen Drüsen reichliches Lymphgewebe, wie solches auch sonst im Kehlkopf vorkommt, mit deutlichen Noduli.

Felis domestica. Epithel. /Bei der Katze, wo die Morgagnischen Taschen nur durch eine seichte Vertiefung angedeutet sind, reicht das Plattenepithel der Mundhöhle kontinuierlich bis unter die Stimmritze und weicht hier erst dem gewöhnlichen Flimmerüberzuge./ (Rheiner *52a.*)

Drüsen. /Die Drüsen (Kehlkopf und Trachea) liegen bei der Katze (siehe **Taf. I, Fig. 11**) nicht in Läppchen wie beim Hunde, sondern einzeln oder zu wenigen gepaart im Bindegewebe ziemlich gleichmäßig

verstreut. Die Sekretkapillaren der serösen Drüsenschläuche sind viel enger als beim Hund. Die Schleimdrüsen zeigen eine viel schwächere Schleimreaktion als beim Hund, der Inhalt der zylindrischen Schleimzellen ist zum größten Teil protoplasmatisch mit einer meistens dünneren schleimigen Zone um das Lumen herum. Die nahe der Basis gelegenen Kerne sind rundlich oder oval, nicht abgeplattet. Die Ausführgänge tragen nahe der Oberfläche Zellen mit Flimmerhaaren und bilden meist eine einfache zylindrische Lage, hie und da sieht man auch zweischichtiges Epithel. Die Zellen sind schlanker und höher als beim Hund und zeigen oft eine streifige Beschaffenheit. Um die Ausführgänge findet sich häufig eine starke Ansammlung von Lymphkörperchen. Die Sekretwege und Sekretkapillaren in serösen Drüsen sind nach Pilokarpinvergiftung nicht weiter als beim normalen Tier, die Schleimgänge sind dagegen im Kehlkopf meist enorm erweitert. / (FUCHS-WOLFRING *98.*)

Lymphgewebe. / In dem unteren Teil des Randes des Kehldeckels befindet sich bei der Katze beiderseits eine auf der Oberfläche stark hervorragende Gruppe runder Noduli. / (F. TH. SCHMIDT *63.*)

/ Bei Katzen fanden sich Noduli konstant in der Pars interarytaenoidea (1—5 Noduli) im unteren Teil der hinteren Epiglottisfläche (in einem Falle fanden sich hier etwa 30 Noduli). Unter den Stimmbändern der Katze fanden sich einige Male Noduli. Vergl. auch oben p. 377 die Fig. 160). / (DOBROWOLSKI *94.*)

/ RAWITZ erwähnt und bildet ab Lymphknötchen an der oberen Fläche des wahren Stimmbandes der Katze. / (RAWITZ *94.*)

Epiglottis. Auch bei der Katze finde ich den Epiglottisknorpel auf weite Strecken von großmaschigem Gewebe durchwachsen, ähnlich wie dies von RHEINER *52b* beim Hunde (siehe oben p. 433) geschildert wurde.

Über Nervenendigungen im Kehlkopf der Katze siehe oben p. 379 Angaben und Abbildungen von RETZIUS *92.*

Insectivora.

Das Makroskopische über den Kehlkopf der Insektivoren siehe bei H. ALBRECHT *96b*, p. 287 f., LECHE in BRONN *unvoll.* Bd. VI, Abt. 5, 1, p. 1121 und den oben p. 358 erwähnten Autoren.

/ Beim **Igel** (der dem menschlichen Kehlkopf vielfach ähnliche — ALBRECHT meint makroskopische — Verhältnisse zeigt) ist die Epiglottis in der Rückbildung begriffen, das Taschenband typisch entwickelt, und es ist ein tiefer Morgagnischer Ventrikel vorhanden. Der Sinus subepiglotticus ist verschwunden. / (H. ALBRECHT *96b.*)

Die Anordnung des Epithels im Kehlkopf des Igels (Erinaceus europaeus) unterscheidet sich von der Mehrzahl der von mir untersuchten Säugetiere darin, daß das geschichtete Pflasterepithel an Ausdehnung gegenüber dem flimmernden Zylinderepithel wesentlich zurücktritt. Geschichtetes Pflasterepithel umsäumt die Epiglottis am Rande und läßt sich vom Kehlkopfeingang her in Form eines schmalen (einen von den vorspringenden Aryknorpeln gebildeten Wulst überkleidenden) Streifens bis zu den Stimmbändern verfolgen. Auch die Stimmbänder überkleidet das geschichtete Pflasterepithel nur knapp, im ventralen Abschnitt nicht ganz vollständig. Alles übrige zeigt flimmerndes Zylinderepithel, so der größere mediale Teil der laryngealen Epiglottisfläche, der ventrale und dorsale Abschnitt des Kehlkopfes, sowie die Morgagnischen Ventrikel.

Es entsteht so ein Bild (leider fehlt meiner Serie eine Richtlinie, weshalb ich eine Rekonstruktionsfigur nicht bieten kann), das sehr an die Befunde bei manchen Marsupialiern wohl am meisten an die oben (siehe Figur 194) für Aepyprymnus rufescens dargestellten Verhältnisse erinnert. Nur ist beim Igel der in den Kehlkopf hereinziehende Streifen von geschichtetem Pflasterepithel, ehe er das Stimmband erreicht, schmäler als in jener Figur (vielleicht ähnlicher dem Streifen von Phalangista, siehe Figur 198) und vielleicht streckenweise sogar unterbrochen.

In den Morgagnischen Ventrikeln ist das Zylinderepithel von wechselnder Höhe und trägt an vielen Stellen einen deutlichen Ciliensaum. Der Lymphgewebsreichtum war bei dem von mir untersuchten Tier ein großer, im Kehlkopf an verschiedenen Stellen fanden sich zerstreute Noduli, im Morgagnischen Ventrikel häuften sich diese geradezu (vergl. Fig. 226 *N* bei *V.M*).

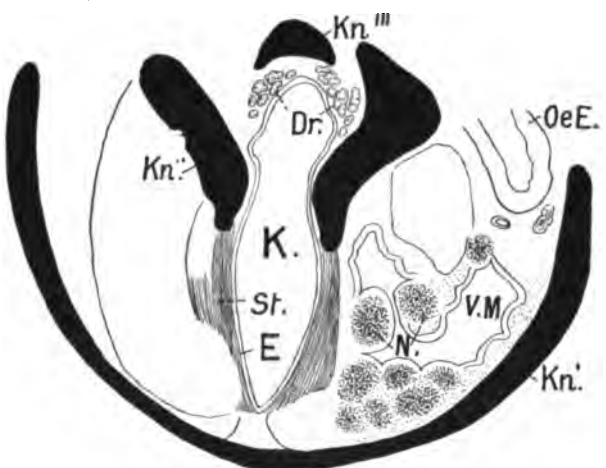


Fig. 226. **Kehlkopf vom Igel, Erinaceus europaeus.** Querschnitt in der Höhe des Stimmbandes *St*. *OeE* Oesophagusepithel, *K* Kehlkopflumen, *St* Stimmband, *E* Kehlkopfepithel, *VM* Ventriculus Morgagni, *N* Noduli in der Wand desselben, *Dr* Drüsen, *Kn'*, *Kn''*, *Kn'''* Knorpel. Vergrößerung 11fach, reduziert auf 4/5.

Es ließen sich folgende Drüsengruppen im Kehlkopf unterscheiden: 1. Die Drüsen der laryngealen Seite der Epiglottis. 2. Die Drüsen der ösophagealen Seite der Epiglottis, diese setzen sich fort in 3. ein großes, beiderseits zur Seite des Kehlkopfeingangs zwischen Epiglottisbasis und Aryknorpeln (letzteren lateral aufgelagert) gelegenes Drüsenpaket; 4. ein kleines, jederseits den Aryknorpeln dorsal aufgelagertes Drüsenpaket; 5. eine medial von den Aryknorpeln beiderseits unmittelbar unter der Schleimhaut liegende Anhäufung kleinerer Drüsen. Letztere kommen 6. erst dorsal zum Schluß (etwa in Stimmbandhöhe) und greifen nach Aufhören des Stimmbandes, das ganz frei von Drüsen bleibt, auch 7. auf die ventrale Seite des Kehlkopfes über, gelangen dort zum Schluß, so daß 8. in der Höhe des Ringknorpels gleichmäßig über die gesamte Oberfläche verteilte kleine Drüsen das ganze Kehlkopflumen umgeben. Zu erwähnen sind endlich 9. die Drüsen der Morgagnischen Ventrikel, welche beim Igel recht spärlich sind und im Vergleich zum Lymphgewebe ganz zurücktreten.

Von der Epiglottis, in deren Knorpel bei Erinaceus bereits Göppert 01 die elastischen Fasern (vergl. oben p. 387 f.) erkannte, gebe ich in Fig. 227 einen Querschnitt durch den freien Teil. Die Drüsen sind hier zahlreich nicht nur auf der laryngealen, sondern auch auf der oesophagealen Seite. Die Drüsen der letzteren Seite zeigen die Tendenz, durch den Knorpel (namentlich an Einschnitten am Knorpelrand) gleich-

falls zur laryngèalen Seite zu münden. An der Epiglottisbasis zeigt die Schleimhaut der laryngealen Seite in ihrem mittleren Teil leistenförmige Erhebungen, welche dicht nebeneinander stehen.

Beim **Maulwurf (Talpa europaea)** scheint (der Erhaltungszustand meines Präparates erlaubt mir keine sicheren Angaben darüber) die Anordnung des Epithels eine ähnliche zu sein, wie beim Igel. Wesentlich modifiziert wird das Gesamtbild dadurch, daß die Morgagnischen Ventrikel im Vergleich zum Igel höchst unbedeutend entwickelt sind. Es handelt sich, wenn man beim Maulwurf überhaupt von diesen Ventrikeln reden will, nur um kleine Grübchen, welche sich weder kranial noch kaudal sackförmig ausstülpen.

Die Drüsen zeigen ihre größte Anhäufung an der Epiglottisbasis, wo sie auch von der oesophagealen Seite durch den Knorpel zur laryngealen Seite ihre Ausführgänge senden. Im freien Teile der Epiglottis dagegen, siehe Fig. 228, konnte ich Drüsen nicht konstatieren. Weiterhin sind Drüsen im Kehlkopf spärlich, doch findet sich hier deutlich jene beim Igel (unter 6) erwähnte dorsale Drüsengruppe, während die Stimmbänder auch hier von Drüsen frei bleiben.

Fig. 227. Fig. 228.



Fig 227. **Epiglottis vom Igel, Erinaceus europaeus.** Querschnitt. *Kn* Knorpel, *E* Epithel, Drüsen *Dr* liegen auf der (nach oben sehenden) laryngealen, wie auf der ösophagealen Seite der Epiglottis. Vergr. 20fach, reduziert auf $^3/_4$.

Fig. 228. **Epiglottis vom Maulwurf, Talpa europaea.** Querschnitt. Die laryngeale Seite sieht nach oben. *Kn* Knorpel, *E* Epithel. Vergrößerung 20fach, reduziert auf $^3/_4$.

Chiroptera.

Das Makroskopische über den Kehlkopf der Chiropteren siehe bei H. ALBRECHT *96b*, p. 286f., ROBIN *81*, p. 93—109, LECHE in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, 5, 1, p. 1121.

/ Der Kehlkopf der von ALBRECHT untersuchten Chiropteraarten steht auf hoher Entwicklungsstufe. Die Grenzfalten des Aditus haben sich fast vollständig demselben angeschlossen. Der Stimmbandmuskel liegt nicht im Taschenband, er reicht nur mit seiner obersten Grenze an dasselbe heran. Vesperugo noctula zeigt schon ganz dem menschlichen Typus ähnliche Formen. Ary-epiglottische Falte und Taschenband bilden eine flächenhaft ausgedehnte Falte, die von den Seitenrändern der Epiglottis zum ganzen vorderen Rand des Aryknorpels zieht. / (H. ALBRECHT *96b.*)

Vespertilio murinus. Die Anordnung des Epithels im Kehlkopf der Fledermaus (Vespertilio murinus) zeigen die beiden Fig. 229 und 230. Wenn hier auch starke individuelle Verschiedenheiten vorhanden sind (vergl. die beiden Figuren), so ist doch beiden untersuchten Tieren gemeinschaftlich, daß das geschichtete Pflasterepithel nur geringe Verbrei-

tung im Kehlkopf erlangt. In beiden Fällen ging das geschichtete Pflasterepithel vom Schlundepithel aus, sich in dasselbe umschlagend und deutlich war das Bestreben des geschichteten Pflasterepithels, sich in das Stimmbandgebiet (siehe Fig. 230) fortzusetzen.

Der Epiglottisknorpel war zwar in seiner äußersten Spitze bei den untersuchten Tieren drüsenfrei, gegen die Basis zu aber in hohem Maße von Drüsen in wechselnder Anordnung (siehe Fig. 231 und 232) durchwachsen. In einigen Schnitten deutete nur das Perichondrium die ursprüngliche Umgrenzung des Knorpels an, der gesamte vom Perichondrium umgebene Raum war hier von Drüsen ausgefüllt.

Soweit jedoch Knorpel vorlag, war dessen elastisches Fasernetz gut erhalten und mit der Weigertschen Resorcin-Fuchsin-Färbung aufs deutlichste nachweisbar. Ja, es bildeten auch an Stellen, an denen die Knorpelzellen geschwunden waren und nur noch Drüsen lagen, starke Züge elastischer Fasern Brücken zwischen den Knorpelresten und garantierten so mit dem Perichondrium immer noch eine gewisse Festigkeit und Elastizität des Organs.

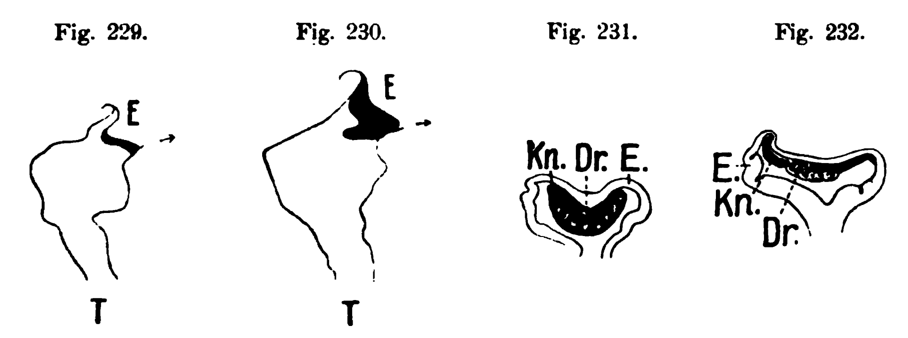


Fig. 229. **Kehlkopf von Vespertilio murinus, Fledermaus.** Rekonstruktionsfigur des Kehlkopfinneren samt Epiglottis *E*. Der Verbreitungsbezirk des geschichteten Pflasterepithels ist in schwarz dargestellt. *T* Trachea. Vergr. 5fach.

Fig. 230. **Kehlkopf von Vespertilio murinus, Fledermaus.** Rekonstruktionsfigur des Kehlkopfinneren samt Epiglottis *E*. Der Verbreitungsbezirk des geschichteten Pflasterepithels ist in schwarz dargestellt. *T* Trachea. Vergr. 5fach.

Fig. 231. **Epiglottis von der Fledermaus** (siehe auch Fig. 232). Querschnitt. Zeigt zahlreiche im Epiglottisknorpel *Kn* gelegene Drüsen, deren eine *Dr* eben zur laryngealen Oberfläche mündet. *E* Epithel. Vergr. 20fach, reduziert auf $^3/_4$.

Fig. 232. **Epiglottis von der Fledermaus** (siehe auch Fig. 231). Querschnitt. Die laryngeale Seite der Epiglottis sieht nach oben. *Kn* Knorpel, *Dr* Drüsen, *E* Epithel. Vergr. 20fach, reduziert auf $^3/_4$.

Weiterhin sind Drüsen im Kehlkopf gleichfalls reichlich. Schon in der Höhe der Epiglottisbasis und mit dem Auftreten der Aryknorpel erscheinen laterale Drüsengruppen, die Stimmbandgegend selbst bleibt frei, unterhalb desselben greifen die Drüsen, welche vorher schon auf der dorsalen Seite des Kehlkopfes erschienen waren, auf die ganze Peripherie über.

Eigentümlich modifiziert werden diese Verhältnisse dadurch, daß gerade in Stimmbandhöhe unter Zurücktreten des Schildknorpels die ventrale Kehlkopfseite von Hartteilen in größerem Umfang frei bleibt, so daß sich die Kehlkopfschleimhaut sackartig vorwölbt (siehe Fig. 233 bei *K*). Diese Schleimhautvorwölbung wird von einer starken Hülle elastischen Gewebes überkleidet, welches besonders aus dem äußeren Blatt des Perichondriums des Schildknorpels hervorgeht, aber auch Verstärkungen von

nicht nur die Töne zu modifizieren, sondern auch vielleicht als eine Art Kissen zwischen dem schweren Unterkiefer und Larynx, Trachea, Blutgefäßen und anderen empfindlichen Organen der Halsregion zu dienen./ (LECHE in BRONN *unvoll.* Bd. VI, Abt. 5, 1.)

/EDMUND MEYER gibt eine eingehende makroskopische Schilderung der Anatomie der Luftsäcke der Affen unter Berücksichtigung der einschlägigen Literatur. Von dem im allgemeinen bei den tiefer stehenden Affen der Alten Welt vorkommenden unpaaren Luftsack ist der paarige Sack der anthropomorphen Affen zu unterscheiden. Während der erstere durch eine Ausstülpung der Schleimhaut unterhalb der Basis der Epiglottis zustande kommt, stellt der zweite eine starke Vergrößerung der Ventriculi Morgagni resp. ihrer Appendices dar. FICK hat nachgewiesen, daß der zweiteilige Sack bei ausgewachsenen anthropomorphen Affen durch Aneinanderlagerung, Verklebung und Verschmelzung der beiden Säcke entsteht. Schon die makroskopischen Untersuchungen vieler Autoren haben ergeben, daß man zwei Schichten in der Wand der Luftsäcke nachweisen kann. Während das Innere des Sackes von einer eine Ausstülpung der Schleimhaut darstellenden Membran ausgekleidet erscheint, wird die äußere Schicht der Wand durch elastisches Gewebe gebildet, welche bei den innerhalb der Membrana thyreo-hyoidea gelegenen Säcken von der Membrana elastica propria (quadrangularis) des Kehlkopfes herstammt, während sie nach dem Durchtritt durch die Membrana thyreo-hyoidea durch eine Ausstülpung dieser letzteren gebildet wird. Über den mikroskopischen Bau der Wandungen gaben bisher nur EHLERS und FICK einige kurze Bemerkungen. FICK kann die Befunde von EHLERS vollkommen bestätigen, daß es sich nämlich um eine Ausstülpung und ein Auswachsen der Schleimhaut der Morgagnischen Ventrikel handelt. Freilich, fährt er fort, „sind die Epithelien stark abgeplattet; unter dem Epithel ist ein feinfaseriges Bindegewebe mit sehr zahlreichen, elastischen Fasern ohne Drüseneinlagerung, wenigstens in den von mir untersuchten äußeren Partien.“

MEYER untersuchte nun den medianen extralaryngealen Sack der nicht Anthropoiden. Auf den Sagittal- und Horizontalschnitten stellt sich die Wandung als eine dünne Membran dar, welche auf der dem Lumen des Sackes zugekehrten Seite von einem dünnen, aus ziemlich flachen Zellen bestehenden Epithel bekleidet ist. Unter dem Epithel ist, wie dies auch FICK beschreibt, ein feinfaseriges Bindegewebe. Nur an den Stellen, an denen der Sack dem Zungenbein anliegt, bekommt das Bindegewebe mehr straffen Bau, der die Wand mit dem Knochen fast untrennbar vereinigt. Muskelfasern fehlen gänzlich. Im Gegensatz zu den von FICK für den Orang gefundenen Tatsachen konnte E. MEYER bei den von ihm untersuchten niederen Affen eine sehr reichliche Drüsenentwicklung in der Sackwand nachweisen. Der extralaryngeal gelegene Teil der Wand ist allerdings im ganzen frei von Drüsen, dafür ist aber der Stiel von seiner Ursprungsstelle oberhalb der vorderen Kommissur bis zu seinem Übergang in die eigentliche Tasche förmlich in ein Drüsenlager von relativ mächtiger Dicke eingebettet. Die durchweg acinösen Drüsen senden ihre Ausführgänge zu dem Kanal des Stieles. Durch diese Anordnung der Drüsen erhält der Stiel ein Aussehen, das vollständig dem Querschnitt der Appendix ventriculi Morgagni beim Menschen entspricht. Aber auch der Sack des Orang-Utan muß in seiner Wand Drüsen enthalten, denn beim Anschneiden desselben in E. MEYERS Falle entleerte sich etwa 1—2 Teelöffel eines schleimigen Sekretes. Das von E. MEYER exzidierte

und mikroskopisch untersuchte Wandstück enthielt unter der quergestreiften Muskelschicht, welche dem Platysma angehört, ein derbes elastisches Gewebe, auf welchem sich eine ziemlich dicke, mit flimmernden Zylinderzellen besetzte Epithelschicht findet.

Die Funktion der Luftsäcke ist außer beim Brüllaffen (Resonator) fast in vollständiges Dunkel gehüllt.

Während der Luftsack bei den Affen ein konstantes, wohl entwickeltes Organ darstellt, ist dieselbe Bildung beim Menschen regelmäßig rudimentär, nur selten in entwickelterer Form vorhanden. E. Meyer gibt darüber eine eingehende Zusammenstellung der Literatur (Laryngocele ventricularis Virchow) und schließt: Wir haben es bei diesen Bildungen nicht allein mit vergleichend anatomisch interessanten Dingen zu tun, sondern mit Abnormitäten, die unter Umständen eine große pathologische Dignität erlangen können./ (E. Meyer *01.*)

/Sclavunos beschreibt die Kehlsäcke einiger Affen (Hapale Jacchus, Cynocephalus Babuin, Simia Satyrus) makroskopisch. Sclavunos ist der Ansicht, daß die großen Kehlsäcke, welche bei den älteren Anthropoiden vorkommen, außer anderer, bis jetzt nicht festgestellter Hauptfunktion, auch dazu dienen, um die großen Halsgefäße und überhaupt den Hals vor dem Temperaturwechsel zu schützen, indem sie eine Schicht warmer Exspirationsluft von konstanter Temperatur erhalten, die sich zwischen der Halshaut und den Halsgebilden einschiebt./ (Sclavunos *04.*)

/Benda und Guenther erwähnen und bilden ab im Kehlkopf des Affen flimmerndes Zylinderepithel der Morgagnischen Tasche und der Kehlkopfwand, zweischichtiges Pflasterepithel der oberen Stimmbandfläche, und vielschichtiges Pflasterepithel der unteren Stimmbandfläche./ (Benda und Guenther *95.*)

Macacus. /Die oberen Stimmbänder sind stark und reich an Drüsen.

Cercopithecus. Die Mucosa des Kehlkopfes ist dünn, es finden sich keine Lymphnoduli. Das Gewebe der Chorda ist nicht sehr dicht./ (C. Giacomini *92.*)

Gibbon (siehe Fig. 238): /Die Kehlsäcke fehlen ganz. Der Eingang in den wenig tiefen Morgagnischen Ventrikel ist weit. Die Chorda vocalis besteht aus kompaktem, fibro-elastischem Gewebe mit eingestreuten Blutgefäßen; Papillen fehlen; die Oberfläche trägt geschichtetes Pflasterepithel, welches nach oben und unten in Zylinderepithel übergeht. Der Ventrikel zeigt Erhebungen in Form von Cristae und Villositäten. Die Schleimdrüsen sind im Larynx (im Gegensatz zu Gorilla) wenig zahlreich, wenig umfangreich und nur auf die Wand des Ventrikels begrenzt. In der Chorda vocalis und im ganzen subglottischen Teil der Mucosa fehlen sie und fangen erst in der Trachealschleimhaut wieder an zu erscheinen. Das falsche Stimmband ermangelt der Muskelfasern.

Giacomini ordnet die von ihm in seiner Arbeit und früher untersuchten Kehlköpfe nach ihrer Verwandtschaft, welche sie zu dem Menschen zeigen, und erhält folgende Reihe: weißer Mensch, schwarze Frau, Buschmann, Chimpanse, Gibbon, Macaco, Cercopithecus, Gorilla, Orang. Unter den anthropomorphen Affen steht der Chimpanse im Bau seines Kehlkopfes dem Menschen am nächsten.

Beim Gibbon findet sich eine Andeutung des Vokalfortsatzes des Musculus thyreoarytaenoideus, welche so charakteristisch für den menschlichen Kehlkopf ist und von dem sich auch Spuren beim Gorilla finden.

Gorilla (siehe Fig. 237): Giacomini, welcher den Larynx vom Gorilla an Frontalschnitten untersucht hat, findet gleichfalls eine von Deniker beschriebene Falte unterhalb des wahren Stimmbandes. Das falsche Stimmband ist gut entwickelt. Die stark entwickelten Kehlsäcke fehlen im fötalen Leben, sie beginnen erst nach der Geburt sich zu entwickeln. Die Mucosa des Larynx zeigt alle Charaktere derjenigen des Menschen. Giacomini findet ein geschichtetes Zylinderepithel, in der Gegend der Chorda vocalis dagegen geschichtetes Pflasterepithel. Die Chorda vocalis ist eine Fortsetzung der Dermis der Mucosa; ihre Oberfläche ist horizontal und regelmäßig, die Unterfläche ist ein wenig schief,

Fig. 237. Fig. 238.

Fig. 237. **Schnitt durch die rechte Mitte des Kehlkopfes vom Gorilla.**
Fig. 238. **Schnitt vom Kehlkopf des Gibbon.**
Erklärung für beide Figuren: *Cartilagine tiroidea* = Cartilago thyreoidea, *Co* Chorda vocalis, *plv* Ventrikelfalte oder falsches Stimmband, *Ta* Musculus thyreo-arytaenoideus, *ipo* subglottische Falte, *sv* Sulcus ventricularis beim Gorilla, *bo* Saccus laryngeus beim Gorilla, *m* Muskelfasern im falschen Stimmband beim Gorilla, *y* Muskelfaserbündel des Musculus thyreo-arytaenoideus, welches tendiert sich vom übrigen Muskel zu isolieren, um in das Innere der Chorda vocalis beim Gibbon einzudringen. (Nach C. Giacomini *97*.)

und zeigt eine leichte Krümmung, ausgesprochener in ihrem vorderen Teil. In ihrem Inneren findet sich ein nicht sehr kompaktes Gewebe, gebildet von bindegewebigen und elastischen Fasern mit eingestreuten Blutgefäßen. Ihre Basis ist entfernt und unabhängig vom Musculus thyreo-arytaenoideus. Auf der Oberfläche der Dermis fanden sich keine Papillen (während diese charakteristisch für die Chorda vocalis des Chimpanse sind). Die Chorda ermangelt der Drüsen. Die letzte Drüsenmündung findet sich an der Basis, wo das Epithel von der Zylinderform in das Pflasterepithel übergeht. Der Übergang der einen Epithelform in

die andere ist kein plötzlicher, sondern ein allmählicher. Die reichlichen Drüsen sind traubenförmig und nicht arm an Noduli. Die Epiglottisfalte wird zum großen Teil von Mucosa und dem submucösen Gewebe gebildet. Die reichlichen Drüsen bilden beinahe ein kontinuierliches Stratum. Die Epithelbekleidung ist rein zylindrisch, die obere Fläche zeigt Papillenbildung, welche der Schleimhautoberfläche ein gezähntes Aussehen verleiht. Der Ventriculus laryngis ist, wie beim Gorilla, von einer Schleimhaut ausgekleidet, welche nicht glatt und regelmäßig ist, sondern zottenartige vielfache Fortsätze zeigt. Er wird durch den Sulcus ventricularis vom Kehlsack getrennt. In dem über dem Sulcus ventricularis gelegenen Teil bewahrt die Mucosa ganz die Charaktere der Larynxschleimhaut. Das Epithel ist zylindrisch, die Dermis zeigt Lymphzelleneinlagerung, es finden sich Schleimdrüsen. In den Kehlsäcken dagegen, welche eine sekundäre Bildung darstellen, wird die Schleimhaut plötzlich dünn, die Drüsen und die lymphatische Infiltration verschwinden, das Epithel wird platt. Die Ventrikelfalte (oberes Stimmband) wird einfach von der Mucosa gebildet, welche reich an traubenförmigen Drüsen und Lymphnoduli ist und im Zentrum kleine Gruppen quergestreifter isolierter Muskelbündel besitzt. (C. Giacomini *97*.)

Orang. Epiglottis. Das elastische Gewebe des Knorpels zeigt eine sehr ungleiche Ausbildung. Während feinere Netze allgemein verbreitet sind, an vielen Stellen jedoch mit jenen nur sehr schwach ausgesprochenen Faserkomplexen wechselnd, sind hier auch gröbere Netze vorhanden, deren Fasern streckenweise von ziemlicher Breite sind. Derb verzweigte Massen elastischen Gewebes sind so zwischen die subtileren Formationen eingesprengt. Sie finden sich reicher erst in einiger Entfernung von der Basis. (Gegenbaur *92*.)

Beim Orang reicht ein Knorpelkern, welcher als Fortsatz des Arytaenoidknorpels gedeutet werden kann, weit in das Stimmband hinein. Papillenähnliche Erhebungen finden sich beim Orang nur auf der Ventrikelseite des Stimmbandes im hinteren Teil. Von dem Vorhandensein eines geschichteten Pflasterepithels, entsprechend der Chorda, konnte sich Giacomini nicht überzeugen, erklärt dagegen für sicher, daß sich kleine, einfache und unregelmäßig zerstreute Drüsen über die ganze Ausdehnung beider Seiten der Chorda beim Orang finden. Im oberen Stimmband finden sich Drüsen und keine Muskelfasern, Noduli fehlen. (C. Giacomini *92*.)

R. Fick gibt eine eingehende makroskopische Beschreibung und eine Erörterung der Bedeutung des beim Orang-Utan enorm ausgedehnten Kehlsackes. Was die Struktur des Kehlsackes anlangt, so bestätigt Fick die Befunde von Ehlers vollkommen, daß es sich nämlich um eine Ausstülpung und ein Auswachsen der Schleimhaut der Morgagnischen Taschen handelt. Freilich sind die Epithelien stark abgeplattet; unter dem Epithel ist ein feinfaseriges Bindegewebe mit sehr zahlreichen elastischen Fasern ohne Drüseneinlagerung, wenigstens in den untersuchten äußeren Partien. Mit vollem Recht wendet sich Ehlers (siehe unten bei Schimpanse) gegen den Amerikaner Chapman, der den Kehlsack des Orang nur für eine Erweiterung des Raumes zwischen beiden Blättern der Zervikalfascie hält und der Schleimhautauskleidung entbehren läßt. (R. Fick *95*.)

Deniker und Boulart *96* beschreiben die Kehlsäcke bei zwei Orang-Utans makroskopisch unter Besprechung der älteren makroskopischen Literatur (Deniker et Boulart 1886, Deniker 1885/86, Milne

EDWARDS, DENIKER, BOULART, DE POUSSARGUE, DELISLE 1895, R. FICK 1895 zwei Arbeiten, DENIKER et BOULART 1894). Es handelt sich nach DENIKER und BOULART um zwei Säcke, während ältere Autoren (CAMPER und SANDIFORT) und neuerdings R. FICK das Vorhandensein paariger Säcke nicht als allgemeine Regel anerkennen wollen. / (DENIKER et BOULART *96.*)

Schimpanse. / Die histologische Beschaffenheit der Wand der Kehlsäcke des Schimpanse ist folgende: Das Epithel, welches die innere Oberfläche des Sackes bekleidet, besteht aus einer Schicht von kubischen oder zylindrischen Zellen. Unter diesen fanden sich bald einzeln, bald zu Gruppen vereinigt, Zellen, welche lang fadenförmig ausgezogen waren, augenscheinlich sekretbildende Zellen. Flimmerepithelien wurden zwar nicht beobachtet, doch läßt dieser negative Befund beim Erhaltungszustand des Präparates keinen sicheren Schluß zu. Unter dem Epithel fand sich eine Schicht feinfaserigen Bindegewebes, während die äußeren Schichten durch ein sehr reiches Netz von eingewebten elastischen Fasern verstärkt wurden. An manchen Stellen waren unter der Epithel tragenden Fläche in dichter Anhäufung lymphoide Zellen in die Lücken des Bindegewebes eingesprengt. Glatte Muskelfasern fanden sich ebensowenig wie Drüsen, doch wurde nur ein sehr kleiner Teil der Sackwand darauf untersucht.

Die Angaben von EHLERS sind um so wichtiger, als früher CHAPMAN (H. C. CHAPMAN, On the structure of the Orang-Utang. Proceed. of the Acad. of nat. sciences of Philadelphia 1880, Philadelphia 1881, p. 167) angegeben hatte, daß im Orang eine Schleimhautauskleidung des Kehlsackes fehle, und daß der Binnenraum des Sackes dem Raume zwischen den beiden Schichten der Zervikalfascie entspreche. / (EHLERS *81.*)

Schimpanse. / Die Chorda vocalis besteht aus nicht zu dicht gedrängtem Bindegewebe und ist reich mit Blutgefäßen versehen. Die Mucosa zeigt zahlreiche und wohl entwickelte Papillen auf der ganzen Chordafläche, welche nach innen sieht, vom freien Rand bis dorthin, wo in Schnitten der Musculus thyreo-arytaenoideus zu erscheinen beginnt. Das geschichtete Pflasterepithel, welches den papillären Teil der Chorda bedeckt, ist sehr stark. In den Ventrikel eintretend, verdünnt es sich und wird zylindrisch, während es gegen die Trachea in der ganzen Ausdehnung des Schnittes Pflasterepithel bleibt. Auch die ganze Innenfläche des oberen Stimmbandes ist von einem geschichteten Pflasterepithel überkleidet, das von derselben Dicke wie an den wahren Stimmbändern ist. Auch hier wechselt es seine Natur in die Ventrikel übergehend. Schleimdrüsen und Lymphnoduli sind zahlreich; letztere besonders in der Mucosa der Kehlsäcke, (während sie beim Menschen selten wohlbegrenzt sind). Die oberen Stimmbänder sind stark und wie beim Menschen gebaut, sie besitzen Muskelfasern inmitten zahlreicher Schleimdrüsen.

GIACOMINI kommt zu dem Resultat, daß der Larynx vom Schimpanse große Verwandtschaft mit demjenigen des Menschen zeigt, sei es im Verhalten des unteren Stimmbandes, sei es in der Anordnung des Musculus thyreo-arytaenoideus. Die zahlreichen gutentwickelten Papillen des wahren Stimmbandes, welche so charakteristisch für unsere Art sind, und welche bei den anderen von GIACOMINI untersuchten Affen fehlen, sind beim Schimpanse besonders bemerkenswert. Der Larynx vom Orang entfernt sich mehr von dem des Menschen, während der des Macacus und der des Cercopithecus eine intermediäre Stellung einnehmen würden.

Daraus geht hervor, daß bei den niederen Affen eine größere Einheitlichkeit im Bau des Kehlkopfes besteht, während sich bei den Anthropoiden größere Unterschiede finden. Es ist also nicht ganz richtig, zu sagen, daß der Larynx aller anthropoiden Affen von dem des Menschen weiter entfernt ist als der Larynx der niederen Affen. Wenn dies für den Orang wahr ist, so ist es nicht der Fall für den Schimpanse. / (C. GIACOMINI *92.*)

Mensch.

Für die makroskopische Anatomie des menschlichen Kehlkopfes verweise ich auf die Lehrbücher der menschlichen Anatomie, von denen einige oben p. 358 genannt sind, vor allem auf die neue Bearbeitung des Stoffes durch MERKEL *02* in Bardelebens Handbuch. Zu erwähnen sind ferner LUSCHKA *71*, SAPPEY *89*, p. 364 ff., ZUCKERKANDL *98* und andere.

/ DISSE beschreibt eingehend die Gestalt des menschlichen Kehlkopfes nach Horizontalschnitten unter Bezugnahme auf die den Kehlkopf zusammensetzenden Gewebe. / (DISSE *75.*)

/ Der Kehlkopf besteht aus dem Gerüste, den Muskeln und der Schleimhaut. / (KÖLLIKER *50/54.*)

Schleimhaut des menschlichen Kehlkopfes.

/ Die Schleimhaut des Kehlkopfes und der Luftröhre wurde zuerst von GALEN *1679*, Tome IV, p. 455 und 456 erwähnt. Demselben war auch die schleimbereitende Eigenschaft der Membran wohlbekannt. / (P. HEYMANN *98.*)

/ Die Schleimhaut des menschlichen Kehlkopfes ist mit den unterliegenden Teilen teils lockerer verbunden, wie am Eingange des Kehlkopfes und zwischen den zwei Lig. thyreo-arytaenoidea, wo sie die Morgagnischen Ventrikel bildet, teils fester, wie an der hinteren Fläche der Epiglottis, an den Cart. arytaenoideae und in der unteren Hälfte des Kehlkopfes. Die Schleimhaut ist reich an feineren elastischen Fasernetzen, welche namentlich in ihren tieferen Teilen, jedoch immer untermengt mit Bindegewebe zu finden sind. / (KÖLLIKER *50/54.*)

/ Die Schleimhaut des menschlichen Kehlkopfes wechselt an Dicke an verschiedenen Stellen zwischen $^1/_5$ und $^1/_{10}$ mm, wie dies LUSCHKA eingehend beschreibt. Sie besteht aus: Epithel, subepithelialer Schicht und Fasergerüst. / (v. LUSCHKA *71.*)

/ Unterhalb der Glottis verdünnen sich Epithel und Schleimhaut allmählich bis zur Trachea herab. während sich das submuköse Gewebe an der vorderen Kehlkopffläche verstärkt. / (VERSON *71.*)

/ Die Schleimhaut des Kehlkopfes enthält überall bis zur Oberfläche zwischen dünnen Bindegewebsbündeln zahlreiche und sehr feine elastische Fasernetze; ihre Mächtigkeit beträgt, so weit sie von der elastischen Nervea durch lockeres Bindegewebe geschieden ist, etwa 0,1 bis 0,15 mm. Ihre Oberfläche ist eben, wo sie Flimmer- oder dünnes Pflasterepithelium trägt, dagegen an den von mächtigem Pflasterepithelium bekleideten Stellen mit Papillen von 0,16 mm Höhe, 0,05 mm Dicke besetzt. / (HENLE *73.*)

/ Die Dicke der Schleimhaut ist individuell und an verschiedenen Stellen verschieden, woraus sich die verschiedenen Angaben der Autoren erklären (HENLE *62/66*, VERSON *71* 0,5—0,16 mm; LUSCHKA *69a* und *71*

$^{1}/_{5}$—$^{1}/_{10}$ mm; KUTTNER [Larynxödem und submuköse Laryngitis, Berlin 1895, p. 49] 10—12 μ u. a.).

HEYMANN unterscheidet an der Schleimhaut das Epithel, die Membrana limitans und endlich die bindegewebige Grundlage, die eigentliche Membrana propria. / (P. HEYMANN *98.*)

/ Zeichen seniler Atrophie sind Schwinden der Schleimhaut (dieselbe nimmt einen sehnigen Charakter an). / (RHEINER *52 b.*)

/ Die Kehlkopfschleimhaut besteht beim Menschen aus dem Epithel, der Basalhaut und der Membrana propria. Im oberen und mittleren Kehlkopfraum kommt es nicht zur Ausbildung einer Submucosa, während im unteren Kehlkopfraum mit dem Derberwerden der Schleimhaut eine Submucosa auftritt. / (MERKEL *02.*)

Ursprünglich (ehe man das Epithel als solches kannte und abgrenzen konnte) kannte man als Schleimhaut nur den bindegewebigen Teil derselben näher. Auch später wollen noch manche Autoren scheiden in 1. Epithel, 2. Schleimhaut. Wir tun aber besser daran, das Epithel und die bindegewebige Lamina propria gesondert zu betrachten (siehe unten) und beide unter dem Namen Schleimhaut zusammenzufassen.

/ MASSE beschreibt die Regio subglottica des menschlichen Kehlkopfes, und versteht darunter die Region, welche zwischen dem unteren Stimmband und dem unteren Rand des Ringknorpels liegt. Die leichte Veränderlichkeit seiner Form bei Bewegungen der Glottis wird diesem Raum durch den Umstand ermöglicht, daß die Mucosa subglottica aus einer doppelten Lage von lockerem Zellgewebe besteht, welches dem wechselnden Volumen dieser Gegend der Luftwege nachgibt. / (MASSE *87.*)

/ Die Mucosa des oberen Teiles der Regio subglottica des menschlichen Kehlkopfes ist dick, gefäßreich; sie ruht auf einem ziemlich lockeren submukösen Gewebe; sie ist reich an Drüsen in der Regio interarytaenoidea; sie zeigt vorn, unter dem Stimmband Drüsen und Papillen. In der Regio intracricoidea ist die Mucosa am darunterliegenden Knorpel fest adhärent, sie hat kein eigentliches submuköses Gewebe, sie ist wenig gefäßreich, und entbehrt der Drüsen. In der Regio subcricoidea findet sich eine dickere, drüsenreichere Schleimhaut mit einem gefäßreicheren, submukösen Gewebe. / (MASSE *95.*)

/ Über die makroskopisch-vergleichende Anatomie der Regio subglottica der Säugetiere (Pferd, Rind, Schaf, Schwein, Hund, Katze) und des Menschen siehe auch RENAULT *96.* Die wohl in erster Linie den Menschen betreffenden Angaben geben eine genaue Schilderung der Mucosa nebst Angaben über die Blut- und Lymphgefäße. Die Mucosa ist ungefähr 0,7—0,8 mm dick. Die Membrana limitans ist 1—2 μ dick und liegt unmittelbar unter dem Epithel. / (RENAULT *96.*)

Epithel des menschlichen Kehlkopfes.

/ HENLE beschrieb schon 1837 im Respirationstraktus das Vorhandensein von flimmerndem Zylinderepithel. / (HENLE *37,* p. 23.)

/ Die Schleimbänder zwischen Zunge und Kehldeckel, und die obere Fläche des letzteren haben ein Pflasterepithelium, welches dem der Mundhöhle völlig gleicht. Auch der hintere Teil der unteren Fläche des Kehldeckels ist von einer ähnlichen Oberhaut überzogen; gegen die Basis des Kehldeckels hin werden die Zellen kleiner und von der Basis an nach unten findet sich Flimmerepithelium. In der vorderen Wand des Kehlkopfes erstrecken sich Cilien weiter nach oben, als an der hinteren und den Seitenwänden. An diesen kommt nämlich das Flimmerepithelium

erst etwa 2‴ über oder dicht an dem Rand des oberen Stimmbandes zustande, während es an der vorderen Wand zuweilen schon an der Basis des Kehldeckels anfängt. Es ist aus der Schrift von VALENTIN und PURKINJE bekannt, daß sich das Flimmerepithelium durch den Larynx und die Trachea bis in die Lungen, und zwar bis in die letzten Enden der Bronchen fortsetzt.

Bei beinahe reifem Fötus fand HENLE, daß schon die hintere Fläche der Epiglottis und zwar verhältnismäßig sehr große Flimmerzylinder trug./ (HENLE *38.*)

/FR. NAUMANN *51* hat das geschichtete Pflasterepithel am Rande der unteren Stimmbänder beschrieben. Dann folgte RHEINERS Arbeit./ (v. LUSCHKA *71.*)

/Das Pflasterepithel der Mund- und Rachenhöhle überschreitet beim Menschen (siehe Fig. 239) in der Regel um einige Linien die Grenzen des Kehlkopfeinganges und weicht alsdann einem aus langgezogenen Zellen bestehenden Flimmerepithel. Wir finden es daher bereits an der unteren Fläche des Kehldeckels, der oberen Stimmritze, der oberen Fläche der Gießbeckenknorpel, von wo es sich in die Morgagnischen Ventrikel hineinzieht, um darin einen konstant vorhandenen Überzug zu bilden. Plötzlich wird es aber von einem schmalen Streifen durchsichtigen Plattenepithels unterbrochen, der von der vorderen Pharynxwand her sich zwischen beiden Gießbeckenknorpeln herabsenkt und den freien Rand der unteren Stimmbänder von einem Ende bis zum anderen überkleidet. Hart unterhalb der Stimmritze beginnt die Flimmerbedeckung von neuem, um im weiteren Verlauf nicht mehr unterbrochen zu werden./ (RHEINER *52a* und *52b.*)

/KÖLLIKER *50/54* bestätigt die Befunde von NAUMANN und RHEINER./ (P. HEYMANN *98.*)

/Das Flimmerepithel beginnt nach HENLE beim Fötus am Rande des Kehldeckels, bei Erwachsenen, wie KÖLLIKER ebenfalls findet, tiefer, an der Basis des Kehldeckels und über den oberen Stimmbändern und besteht aus mehreren Schichten verschieden gestalteter Zellen, welche alle zusammen 0,024—0,04‴ messen. Zu unterst rundliche, dann längere Zellen, endlich die eigentlichen Flimmerzylinder./ (KÖLLIKER *50/54.*)

/Auch 1867 bezeichnet KÖLLIKER das Flimmerepithel des menschlichen Kehlkopfes als mehrschichtig und im ganzen 54—90 μ dick; das geschichtete Pflasterepithel der Stimmbänder bestätigt KÖLLIKER./ (KÖLLIKER *67.*)

/Der zellige Überzug der Respirationsschleimhaut ist im allgemeinen ein Flimmerepithel, das am Kehlkopfeingang beginnt und sich durch die Luftröhre und deren Verästelungen ausbreitet. Die Cilien sind fein und die Richtung ihrer Gesamttätigkeit geht von innen nach außen. Im Kehlkopf erwähnt LEYDIG nur an den oberen Stimmbändern (RHEINER) geschichtetes Plattenepithel. Ebenso verlieren sich die Cilien in den Endbläschen der Bronchialausläufer. Im Kehlkopf, in der Luftröhre und den stärkeren Ästen derselben erscheint das Epithel mehrschichtig./ (LEYDIG *57*, p. 369.)

/„Mehrschichtiges Flimmerepithel" überzieht den ganzen Kehlkopf, mit Ausnahme der eigentlichen Stimmbänder./ (v. HESSLING *66.*)

/HENLE erwähnt Pflasterepithelium an Epiglottis und Stimmbändern. Der übrige Teil der Kehlkopfoberfläche trägt Flimmerepithel. Das Epithelium der Epiglottis ist Pflasterepithelium, an der oberen Fläche von 0,1 mm, an der unteren von 0,05 mm Dicke. Ein mächtiges Pflaster-

epithel, in welches Papillen vorragen, findet sich ferner auf dem Rande der Stimmbänder, mehr oder minder weit auf deren obere oder untere Fläche sich erstreckend.

Beim Neugeborenen nimmt das Flimmerepithelium schon am Rande der Epiglottis seinen Anfang und bekleidet deren untere Fläche. / (HENLE *73.*)

/ Plattenepithel findet sich an der Epiglottis, am Frenulum epiglottidis, an den Lig. thyreo-arytaenoidea inferiora, sowie an den Cartil. arytaenoid. in der Fortsetzungslinie der letztgenannten Ligamente bis zum Pharynx; im übrigen Flimmerepithel.

Fig. 239. Fig. 240.

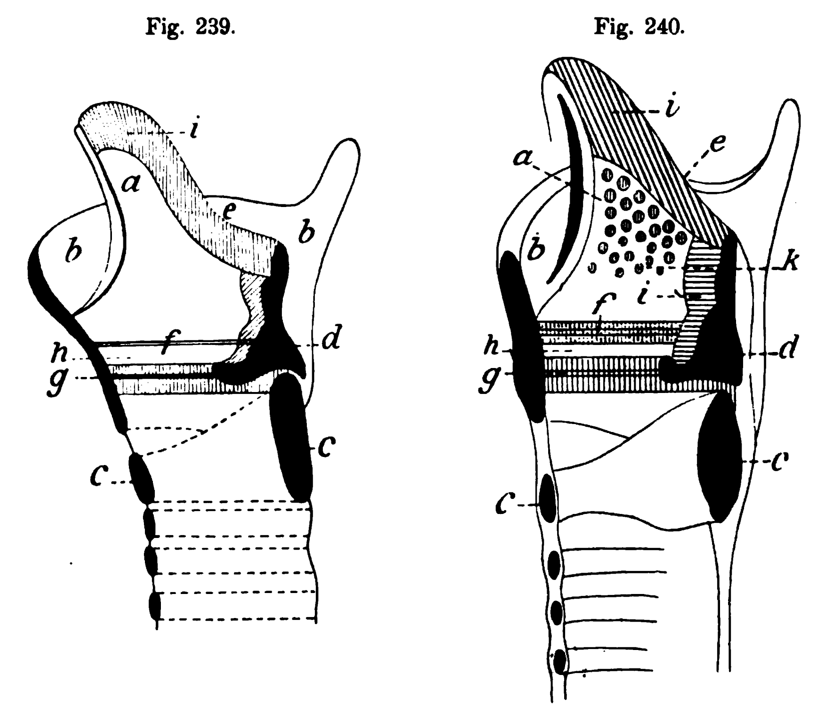


Fig. 239. **Kehlkopf vom Menschen.** Innere Ansicht der linken Larynxhälfte. *a* untere Fläche des Kehldeckels, *b* Schildknorpel, *c* Ringknorpel; *d* Gießbeckenknorpel; *e* Plica ary-epiglottica; *f* Lig. thyreo-arytaenoideum superius; *g* Lig. thyreo-arytaenoideum inferius, *h* Ventriculus Morgagni. Die schattierten Partien *i* und *g* deuten die Ausbreitung des Plattenepithels an. (Nach RHEINER *52a.*)

Fig. 240. **Kehlkopf vom Menschen.** Schema der Epithelverteilung. *a* untere Fläche des Kehldeckels, *b* Schildknorpel, *c* Ringknorpel, *d* Gießbeckenknorpel und Santorinisches Hörnchen, *e* Plica ary-epiglottica, *f* Ligamentum thyreo-arytaenoideum superius, *g* Ligamentum thyreo-arytaenoideum inferius, *h* Sinus Morgagni, *k* Membrana quadrangularis, Schraffierung bei *g* und *i* konstant Plattenepithel, Punktierung bei *f* mitunter Plattenepithel, Schraffierung bei *a* und *k* Inseln von Plattenepithel. (Nach R. HEYMANN *89.*)

Am unteren Ende der unteren Epiglottisfläche und mit den Lig. thyreo-arytaenoidea superiora beginnt im Kehlkopf das Flimmerepithel, welches auch Becherzellen führt; Papillen und geschichtetes Plattenepithel sind nur noch am freien Rande an den Lig. thyreo-arytaenoidea inferiora vorhanden; erstere erreichen in der Mitte von deren Längsausdehnung ihre größte Länge. / (W. KRAUSE *76.*)

/ Das Epithel ist ein geschichtetes, flimmerndes Zylinderepithel von 65—75 μ Dicke; geschichtetes Pflasterepithel findet sich an folgenden

Stellen: mediale Fläche der Aryknorpel und ein schmaler Streifen an der vorderen Seite derselben, der freie Rand der falschen Stimmbänder und die wahren Stimmbänder; an der hinteren Fläche der Epiglottis tritt das geschichtete Pflasterepithel im obersten Teile und in der Nähe der Ränder auf und erscheint in unbeständigen, größeren oder kleineren Inseln auch gegen die Mitte hin. Überdies erreicht hier das Epithel stellenweise die beträchtliche Dicke von 110 μ und darüber./ (TOLDT *88*.)

/ An der Innenseite des Processus vocalis und des Gießbeckenknorpels findet sich auch Pflasterepithel, das sich dann nach aufwärts bis in den Pharynx erstreckt. / (KANTHACK *89a*.)

/ R. HEYMANN findet in Übereinstimmung mit allen früheren Untersuchern, daß das geschichtete Plattenepithel, welches die Mundhöhle und den Pharynx auskleidet, die obere Grenze der Kehlkopfhöhle bei sämtlichen von ihm untersuchten Kehlköpfen noch ein Stück weit überschreitet (siehe Fig. 240). Vorn an der Epiglottis am breitesten wird der Saum nach hinten an den ary-epiglottischen Falten immer schmäler. Diesem Gebiet folgt nach unten ein Gebiet, in welches sich Inseln von Plattenepithel eingelagert finden (von DAVIS [siehe unter Epiglottis] zuerst auf der hinteren Kehldeckelfläche beschrieben, finden sich solche auch auf der Membrana quadrangularis TOURTUALS).

Die Breite des Plattenepithelstreifens des freien Stimmbandrandes beträgt meist nur etwa 3—4 mm, schwankt aber zwischen 3 mm und 1 cm. Meist liegt die untere Grenze auf der Höhe eines kleinen Schleimhautfältchens, welches, hinten in der Regel am stärksten ausgebildet, unterhalb des freien Randes des Stimmbandes und parallel demselben verläuft und konstant vorhanden ist. Weiter unterhalb findet sich überall flimmerndes Zylinderepithel, das jedoch, ebenso wie es DRASCH für das Flimmerepithel der Trachea nachgewiesen hat, hier und da kleine Inseln von Plattenepithel einschließt.

Das mannigfache Ineinandergreifen der Epithelien im Kehlkopfe erklärt R. HEYMANN aus dem Umstande, daß der Kehlkopf an der Durchkreuzungsstelle des Luft- und Nahrungsweges liegt.

Der Kehlkopf liegt an der Kreuzungsstelle des mit Zylinderepithel ausgekleideten Luftweges und des Pflasterepithel tragenden Verdauungstraktus. Dadurch kommt ein Ineinandergreifen der beiden Epithelarten zustande. Zudem entsteht der Kehlkopf aus zwei Teilen (GANGHOFNER *80* und *81*), von denen der eine zum Trachealrohre gehöre, der andere dem Zungengrunde entstamme. / (R. HEYMANN *89*.)

/ P. HEYMANN *98* schließt sich dagegen den Anschauungen KANTHACKS an, der die Pflasterepithelinseln durch pathologische Vorgänge entstehen läßt (siehe unten), doch will er nicht leugnen, daß nicht hier und da auch einmal eine Pflasterepithelinsel der physiologischen Metaplasie (um einen Ausdruck KANTHACKS zu gebrauchen) ihre Entstehung verdanken kann. Die Regel dürfte das aber nicht sein. / (P. HEYMANN *98*.)

/ Gegen HENLE findet R. HEYMANN beim Neugeborenen an der hinteren Fläche des Kehldeckels in ihrem oberen Drittel Plattenepithel; auch die Taschenbänder zeigten an ihrem freien Rand einen schmalen Streifen Plattenepithel. Beim Neugeborenen ist die Epithelschicht des Plattenepithels im Kehlkopf absolut und relativ niedriger als beim Erwachsenen.

Das Flimmerepithel faßt R. HEYMANN mit F. E. SCHULZE *67* (p. 193) gegen REICHERT und besonders HENLE als geschichtet auf. R. HEYMANN nimmt an (was F. E. SCHULZE nicht tut), daß einzelne

Flimmerzellen mit ihrem unteren Ende die Bindegewebsschicht der Schleimhaut nicht erreichen.

VERSON hat den Übergang des Plattenepithels in Flimmerepithel so geschildert, daß die zylindrischen Basalzellen allmählich höher werden, während die darüberliegende Zellschicht entsprechend dünner wird. Dies findet R. HEYMANN an der Hinterfläche der Epiglottis, ferner an der Innenfläche der Plicae ary-epiglotticae und an der unteren Fläche der wahren Stimmbänder. Eine andere (auch von C. Fr. NAUMANN abgebildete) Art des Übergangs besteht darin, daß sich nicht die unteren, sondern vielmehr die oberen Zellen strecken. Außer am Taschenbande fand sich letztere Übergangsart häufig noch dort, wo der Streifen Pflasterepithel am freien Rande des wahren Stimmbandes gegen den Sinus Morgagni hin in das Flimmerepithel übergeht. / (R. HEYMANN *89*.)

Aus der Zusammenfassung R. HEYMANNS wiederhole ich im Wortlaut:

/ „Am oberen Rande der Kehlkopfhöhle haben wir ringsherum einen Saum von Pflasterzellen, der mit dem Pflasterepithel der Mund- und der Schlundhöhle unmittelbar zusammenhängt. Plattenepithel überzieht ferner die ganze Regio interarytaenoidea. Im Zusammenhang mit letzterem Überzug findet sich außerdem ein schmaler Streifen von Pflasterzellen regelmäßig am freien Rande der wahren Stimmbänder, öfters auch am freien Rande der Taschenbänder. Auf der hinteren Fläche des Kehldeckels und auf der Membrana quadrangularis schließt sich an den oberen Saum von Plattenepithel ein Bezirk, in dem das flimmernde Zylinderepithel von zahlreichen Inseln von Plattenepithel unterbrochen ist. An allen übrigen Stellen findet sich Flimmerepithel, das nur vereinzelte kleine Inseln von Plattenzellen einschließt." / (R. HEYMANN *89*.)

/ KANTHACK versteht unter Metaplasie und epidermoidaler Umwandlung des Larynxepithels die Veränderung des Flimmerepithels zu Pflaster- bezw. Plattenepithel. FÖRSTER (Lehrbuch der path. Anat., Jena 1864) wies die Metaplasie zuerst im Larynx nach und GRIFFINI an Geschwüren der Trachea und Bronchen.

Für die normalen Bezirke des Flimmer- und Pflasterepithels hält KANTHACK an dem RHEINERschen Schema fest.

Bis wir vom fötalen zum adulten Typus kommen, finden sich Veränderungen, welche KANTHACK die physiologische Metaplasie nennt. Dieselbe findet ihren Ausdruck darin, daß 1. das Flimmerepithel von der pharyngealen Schleimhaut (wie es sich beim Fötus findet) verschwindet, um dem Pflasterepithel Platz zu machen; 2. das Spatium interarytaenoidale verliert sein flimmerndes Epithel; 3. das Pflasterepithel greift nun vom Pharynx an den arytaeno-epiglottischen Falten und der Hinterfläche der Epiglottis in das Larynxlumen hinein.

Eine durch pathologische Erscheinungen bedingte Veränderung des Epithels nennt KANTHACK eine pathologische Metaplasie. Auf diese führt KANTHACK die Inseln von eingesprengtem Pflasterepithel inmitten des Bereiches des Flimmerepithels zurück, welche HEYMANN als normaliter vorkommend bezeichnet hat. Chronische Reize verschiedener Art können die pathologische Metaplasie bedingen.

Kehlkopf des neugeborenen Kindes: Das Pflasterepithel vom Pharynx (bezw. Munde) kommend, reicht bis an die Spitze der Epiglottis und in einigen Fällen eben über dieselbe hinaus auf die laryngeale Fläche derselben, doch nur ganz minimal, so daß wir beim Neugeborenen, wie dies HENLE tat, annehmen können, daß die ganze laryngeale Fläche des

Kehldeckels mit hohem Flimmerepithel ausgekleidet ist. Die Epiglottis hinabsteigend, reicht dieses letztere Epithel über die Taschenbänder und lateralen Flächen des Larynx hinab, um den unteren Rand derselben herum in den Ventriculus, den es ganz und gar auskleidet. Am Boden desselben findet sich das Flimmerepithel bis zum Stimmband. Hier beginnt das sich über das Stimmband erstreckende Pflasterepithel. Mit der unteren Grenze des elastischen Bandes fängt auch das Flimmerepithel wieder an, welches sich in die Trachea fortsetzt. In der Pars postarytaenoidea findet sich stets Flimmerepithel und zum großen Teil auch an der vorderen Kommissur. Das Pflasterepithel des Stimmbandes ist (Heymann und Kanthack) absolut und relativ niedriger, als beim Erwachsenen. Dieses Epithel erreicht in der Nähe des Processus vocalis eine größere Höhe, um endlich die Innenseite des Gießbeckenknorpels in hoher Schicht zu bedecken.

Betreffend seine frühere Arbeit (Virch. Arch. Bd. CXVII) korrigiert Kanthack, daß an der vorderen Kommissur nur, entsprechend dem minimalen scharfen Rande des Stimmbandes (beim halbausgewachsenen Fötus), Pflasterepithel vorkommt, im übrigen Flimmerepithel. / (Kanthack *90*.)

/ Schenk nennt das Epithel des Kehlkopfes ein „geschichtetes“ Zylinderepithel, welches Flimmerhärchen trägt. / (Schenk *91*.)

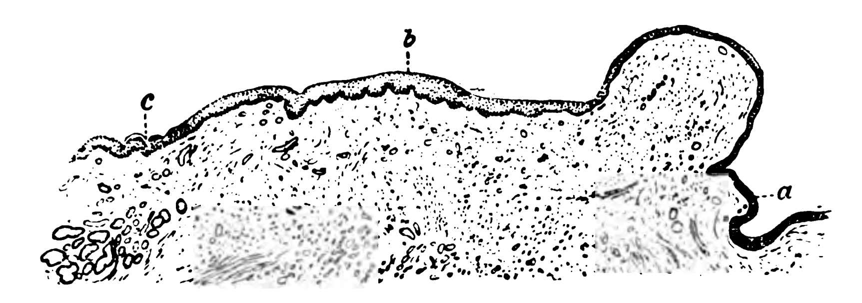


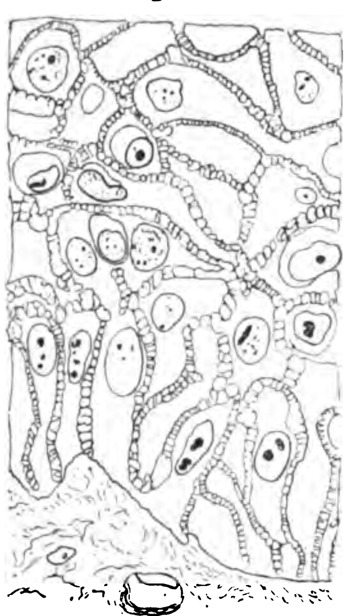
Fig. 241. **Querschnitt durch das menschliche Stimmband.** Schwache Vergrößerung. (Nach Garten *95*.)

/ Auch Piersol bezeichnet das Flimmerepithel des Kehlkopfes und der Trachea als geschichtet; er hat, wie seine Abbildungen zeigen, den Menschen untersucht. / (Piersol *95*.)

/ Stöhr (Lehrbuch 1889) erwähnt und bildet ab die Existenz von Interzellularbrücken am geschichteten Pflasterepithel des Kehlkopfes. Nach ihm beschränkt sich jedoch, wie auch seine Abbildung zeigt, das Vorkommen von Interzellularbrücken auf die mittleren Schichten polygonaler Zellen. Garten findet sie an besonders dünnen Schnitten, auch an den Basalzellen, wie an den obersten Schichten (siehe Fig. 242 und 243). Die Strecke des Stimmbandes, die von mehrschichtigem Pflasterepithel überkleidet wird, ist bei Menschen eine viel kürzere, als bei Tieren, z. B. bei Hunden. Bei letzteren setzt sich das Pflasterepithel in die weit ausgebauchten Morgagnischen Taschen fort. Bei Menschen dagegen reicht das, die Ventriculi Morgagni auskleidende Flimmerepithel, wie der Querschnitt eines menschlichen Stimmbandes bei schwacher Vergrößerung (siehe Fig. 241) zeigt, bis dicht an die vorspringende Schleimhautfalte des Stimmbandes. Hier (Fig. 241 *a*) geht es in einfaches, nur zwei- oder dreischichtiges Pflasterepithel über, das in äußerst gleichmäßiger Weise

den obersten konvexen Teil des Stimmbandes umkleidet. Unterhalb dieser Strecke nimmt es rasch an Mächtigkeit zu, um in *b* sein Maximum mit 10—20 Schichten zu erreichen. Von hier nach abwärts vermindert sich allmählich die Zahl der Schichten, bis es in *c* in das mehrschichtige Flimmerepithel der Trachea übergeht. Der oberste Teil des Stimmbandes, der bei der Stimmbildung sich am meisten der Mittellinie nähert und beim Schwingen der Bänder die weitesten Exkursionen ausführt, zeigt also ein niedriges, straffes Pflasterepithel, an dessen oberer, sowohl als unterer Begrenzung jede Unebenheit vermieden ist.

Fig. 242.



Die Interzellularbrücken sind nach GARTEN wahrscheinlich kontraktil, was für die Längenänderung des Stimmbandes von Bedeutung ist. Das männliche Stimmband kann sich fast um $^1/_3$, das weibliche fast um $^1/_4$ seiner ursprünglichen Länge ausdehnen. Eine hierbei für das Hervorbringen reiner Töne hinderliche Faltung des Epithels wird durch eine gewisse Elastizität des Protoplasmas und seiner Anhänge, der Interzellularbrücken, vermieden. Zum Teil sind in den obersten Schichten des Stimmbandepithels noch gut erhaltene Kerne zu finden. Außer für die Gewebsflüssigkeit dürften die Interzellularbrücken am Stimmband die Wege bilden, auf denen die ins Epithellager eindringenden Nerven verlaufen. Derartige Nervenendigungen sind von SIMANOWSKY *83a* am Stimmband beobachtet worden. Die wichtigste spezifische Leistung der Interzellular-

Fig. 243.

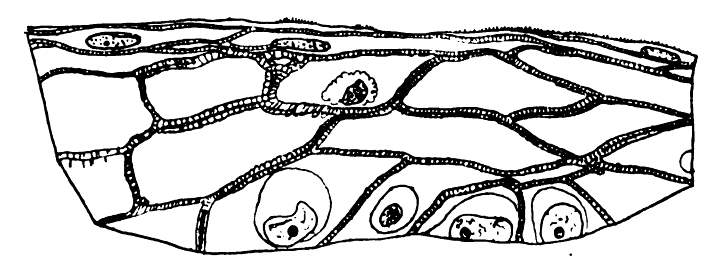


Fig. 242. **Stimmband vom Menschen.** Tiefste Schichten des Pflasterepithels. Querschnitt. Zeiss, homog. Immers., Apert. 1,40, Äquivalentbrennweite, 2,0, Kompens.-Ok. 6, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach GARTEN *95*.)

Fig. 243. **Stimmband vom Menschen.** Oberste Schichten des Pflasterepithels. Querschnitt. Vergrößerung wie in Fig. 242. (Nach GARTEN *95*.)

brücken am Stimmband scheint GARTEN darauf zu beruhen, daß durch sie die Epithelschicht gleichsam zu einer elastischen Platte wird, die bei Verlängerung wie bei Verkürzung stets glatte Oberfläche besitzt./ (GARTEN *95*.)

/Das Epithel im menschlichen Kehlkopf ist fast überall „geschichtetes Flimmerepithel“./ (RAUBER *97*.)

/ HEYMANN nimmt an, daß sich in Kehlkopf und Luftröhre beim Menschen ein geschichtetes, Flimmern tragendes Zylinderepithel (siehe Fig. 244) und ein geschichtetes Pflasterepithel (siehe Fig. 245) findet.

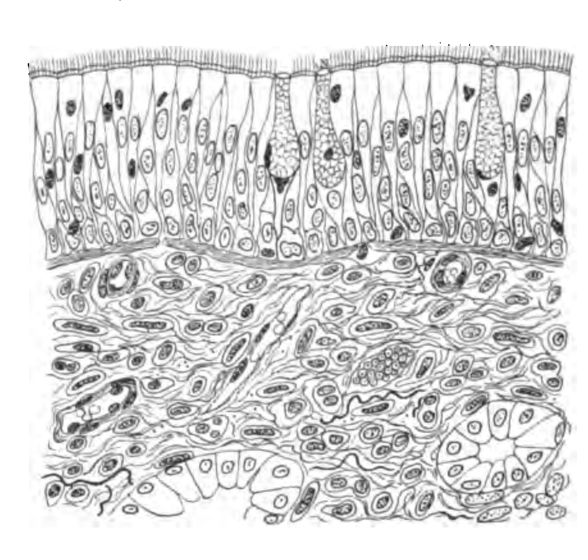


Fig. 244. **Querschnitt durch die Larynxschleimhaut des Menschen.** Gegend des Taschenbandes. Flimmerepithel, dazwischen spärliche (3) Becherzellen. Im Epithel findet sich eine mäßige Anzahl von Leukocyten. Die zieml. dicke Basalmembran wird durch zwei „Basalröhrchen" durchbrochen, durch deren ein. gerade ein Lymphkörperch. hindurchwandert. In der eigentlichen Propria sieht man besonders das adenoide Gewebe mit seinen Einlagerungen, Kapillaren, Nerven etc. An der unteren Grenze erscheinen zwei Drüsendurchschnitte. Die elastischen Fasern sind sehr reichlich nnd treten deutlich hervor. (Nach P. HEYMANN *98*.)

Für das Flimmerepithel (zum Teil Trachea, siehe dort) nehmen FRANKENHÄUSER *79*, WALLER und BJÖRKMAN *82* u. a. zwei Schichten an, DOLKOWSKI *75*, KÖLLIKER *81*, DRASCH *80*, SCHNITZLER *93* u. a. dagegen deren drei. HEYMANN, welcher gleichfalls drei Schichten annimmt, erkennt jedoch, daß sich die Schichten nicht deutlich auseinanderhalten lassen.

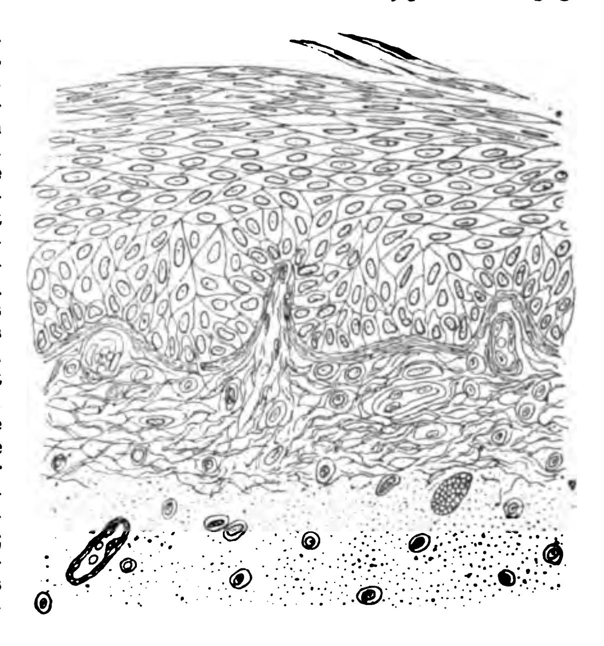


Fig. 245. **Stimmband vom Menschen.** Querschnitt d. Schleimhaut von d. oberen Fläche des wahren Stimmbandes, nicht sehr weit von dem freien Rande des Bandes. Plattenepithel. Durch die rechts losgeblätterten oberflächlichsten Zellen erhellt die starke Abplattung desselben. Die Membrana limitans zeigt drei Basalröhrchen. Bei d. Richtung des Schnittes erscheinen die Leisten als Papillen, in zweien derselben sieht man einen Durchschnitt durch eine Kapillare, in deren mittlere zieht eine solche längs hinein. Das retikulierte Gewebe der Propria ist sehr schmal und macht dem sehnigen Gewebe der eigentlichen Chorda bald Platz; die elastischen Fasern erscheinen im Querschnitt als feine Punkte. (Nach P. HEYMANN *98*.)

Während die Basalzellen eine deutlich ausgesprochene Schicht bilden, deren Kerne ebenfalls reihenweise nebeneinander geordnet erscheinen, läßt sich die Schichtung bei den folgenden Zellarten, den Zwischen-, oder Ersatz- oder Keilzellen und der obersten Lage den Flimmer- und Becherzellen, welche KÖLLIKER unter dem Namen Hauptzellen zusammenfaßt, nicht mit aller Schärfe erkennen. Die Fortsätze der Becherzellen reichen, wie HEYMANN richtig erkennt, zwischen die Lücken der Basalzellen hindurch und vereinigen sich meist entweder durch eine feine Spitze oder durch eine Art Fußplatte mit der obersten Grenze der Basalmembran. Ob alle zur Basalmembran reichen, entscheidet HEYMANN nicht. F. E. SCHULZE *67*, KÖLLIKER *81* und DRASCH *80* plädieren für die ausnahmslose Verbindung der unteren Fortsätze mit der Basalmembran, während FRANKENHÄUSER *79*, WALLER und BJÖRKMAN *82* und R. HEYMANN *89* bei einem Teil der Flimmerzellen auch eine Endigung zwischen den unteren Zellschichten anzunehmen geneigt sind.

Übergangsformen zwischen Flimmer- und Becherzellen, wie dieselben WALLER und BJÖRKMAN *82* beschreiben, hat HEYMANN nicht gesehen. Der Inhalt der Becherzellen erwies sich bei Behandlung mit Thionin als stark mucinhaltig. Zwischen den verschiedenen Zellgruppen des Flimmerepithels werden Leukocyten in wechselnder Anzahl angetroffen.

Das geschichtete Pflasterepithel zeigt in seiner untersten Schicht große Übereinstimmung mit den Basalzellen des Flimmerepithels, mit denen es kontinuierlich zusammenhängt. Dann folgen 6—8 Lagen teils rundlicher, teils vieleckiger Zellen, welche sich nach der Oberfläche zu allmählich abflachen. Auf diese folgt eine Anzahl platter, gegen die Oberfläche zu immer dünner werdender Zellen, deren Kerne immer undeutlicher, flacher werden, und die in den obersten Schichten eine beginnende Verhornung erkennen lassen, LAGUESSE *85*, POSNER (VIRCH. Arch. Bd. CXVIII, 1889).

Beim geschichteten Pflasterepithel hängt die Dicke der ganzen Lage am meisten mit der Zahl der die mittlere Schicht bildenden Zelllagen zusammen. An den Stellen, wo dasselbe am dünnsten ist, am freien Rande der Stimmlippen, liegen etwa nur 3—4 Lagen ziemlich platter Zellen auf den niedrigen Basalzellen, wie das schon R. HEYMANN *89* ausgeführt hat.

Die Regeneration der Epithelien, sowohl der Pflaster- wie der Flimmerepithelien, erfolgt durch Mitose, wie dies SIMANOVSKY *83b* und A. BOCKENDAHL *85* überzeugend nachgewiesen haben.

Das von RHEINER aufgestellte Schema (siehe oben p. 452, Fig. 239), welches auch HEYMANN widergibt, drückt auch nach unserer heutigen Kenntnis die Epithelverteilung im normalen Kehlkopf am richtigsten aus. Die mittlere Breite des Plattenepithelstreifens am Rande der Stimmlippen beträgt etwa $1^1/_2$—2 mm nach jeder Richtung vom freien Rande her, in einzelnen Fällen selbst mehr als das Doppelte.

Der Übergang der beiden Epithelarten vollzieht sich in doppelter Weise. Einmal durch allmähliches Längerwerden der platten Zellen und Bildung des von HENLE in SÖMMERING *41* geschilderten Übergangsepithels und zweitens durch ganz schroffes Nebeneinandertreten der beiden Epithelarten, so daß unmittelbar neben den Zylinderepithelien flache Plattenepithelien liegen. Letztere Art findet sich besonders bei pathologischem Erscheinen des Plattenepithels.

Die Dicke des Epithels steht in gewissem parallelem Verhältnis zur Dicke der Propria, so daß also an den Stellen, wo letztere dünn ist, auch der Epithelbelag schwächer erscheint. / (P. HEYMANN *98*.)

/ Nach NICOLAS besitzt die ganze Kehlkopfschleimhaut des neugeborenen Kindes flimmerndes Zylinderepithel, mit Ausnahme der unteren Stimmbänder und der vorderen oder buccalen Fläche der Epiglottis.

Beim erwachsenen Menschen beschreibt NICOLAS geschichtetes Pflasterepithel: 1. auf der ganzen pharyngealen Außenfläche des Larynx; 2. auf den unteren Stimmbändern und auf der Innenfläche der Apophysis vocalis, 3. auf der Hinterfläche der Epiglottis und der Innenfläche der Plicae arytaeno-epiglotticae in einer gewissen Ausdehnung, ausgehend vom freien Rand, 4. in Form von Inseln auf der Hinterwand der Epiglottis und der Innenfläche der Plicae arytaeno-epiglotticae. Endlich wurde ein schmales Band entlang den oberen Stimmbändern beobachtet. Sonst findet sich überall geschichtetes, flimmerndes Zylinderepithel. / (NICOLAS *98*.)

Über den feineren Bau der Schleimhaut des menschlichen Kehlkopfes vergl. auch die Angaben von NICOLAS *98* auf dessen p. 449 ff. und die dort von NICOLAS gegebenen Fig. 198 und 199, betreffend das Epithel der Stimmbänder und der Epiglottis.

/ Das Flimmerepithel ist mehrreihig. Die Flimmerzellen von 5—9 μ Breite im Mittel, mit länglich-runden Kernen und hie und da einigen Fettkörnchen, laufen in einen dünnen, manchmal gespaltenen Basalfortsatz aus und durchsetzen, wie O. DRASCH genauer nachwies, die ganze Dicke des Epithels. Zwischen den basalen Enden der Flimmerzellen finden sich, ebenfalls der Basalmembran aufsitzend, teils rundliche, teils keilförmige Zellen, welche jedoch die Oberfläche des Epithels nicht erreichen. Es entsteht so der Anschein einer Schichtung, obwohl tatsächlich eine solche nicht vorhanden ist, „da im Gegensatz zu einem wirklich geschichteten Epithel alle Zellen auf der bindegewebigen Basalmembran aufsitzen und nur nicht alle die freie Oberfläche erreichen".

Die Wimperhärchen sind 3,5—5 μ lang. „Meist stehen die Härchen, eines dicht neben dem andern, über die ganze Endfläche der Zellen, nach VALENTIN im Mittel zu 10—22, was jedoch zu wenig erscheint."

Die Becherzellen betrachtet v. EBNER mit F. E. SCHULZE, FLEMMING u. a. als selbständige, von den gewöhnlichen Flimmerzellen wesentlich verschiedene Gebilde, während sie DRASCH und SCHNITZLER als in den Entwicklungskreis der Flimmerzellen gehörende Elemente ansehen.

Im Bereiche der Falten der Morgagnischen Taschen fand v. EBNER (beim 9-jährigen Knaben) Gruppen dicht gedrängter Becherzellen, welche sich wie intraepitheliale Drüschen darstellten.

Die Angaben von RHEINER, betreffend die Ausbreitung des geschichteten Pflasterepithels erkennt, auch v. EBNER der Hauptsache nach als richtig an.

Ausnahmsweise kann der ganze Kehlkopf bis in die Tiefe der Morgagnischen Taschen und samt dem oberen Teil der Trachea, wie v. EBNER an Präparaten von Prof. SCHAFFER von einem Kinde findet, von geschichtetem Pflasterepithel ausgekleidet sein, was jedoch als Anomalie zu betrachten ist.

Daß DRASCH im Kehlkopfepithel in vielen Hunderten von Schnitten keine Mitosen fand, erklärt sich daraus, daß hier die Regenerationsvorgänge sehr träge sind. (Genaueres über die Lehre DRASCHS siehe unten im Kapitel: Trachealepithel, Regeneration desselben.)

Die Becherzellen wechseln bei verschiedenen Individuen sehr an Zahl, bald sind sie massenhaft auf jedem Schnitte, bald nur vereinzelt da und dort. Nach KÖLLIKERS (Verh. d. phys.-med. Ges. in Würzburg 1881) Messungen ist der Querschnitt des bauchigen Teils der Becher-

zellen in der Luftröhre 7,6—15,2, im Mittel 11,4 μ. Das Stoma mißt an Siberpräparaten 2—5 μ. / (v. EBNER *99*.)

/ Im Vestibulum des Larynx ist das Epithel beim Menschen platt, geschichtet, hinten fast auf der ganzen Höhe, vorn in der oberen Hälfte; in der Gegend der Chordae ist das Epithel auf der oberen Chorda hauptsächlich flimmerndes Zylinderepithel, auf der unteren Chorda größtenteils platt, besonders flimmerndes Zylinderepithel hinten in den mittleren und unteren Teilen der Regio arytaenoidea. Im Vestibulum zeigt das Chorion keine Papillen; auf den Chordae vocales (inferiores) zeigt es dagegen charakteristische Papillen. / (CITELLI *01*.)

/ Nach MERKEL ist das Flimmerepithel der menschlichen Kehlkopfschleimhaut 0,05—0,07 mm dick und es erreichen im allgemeinen die sämtlichen Zellen die Membrana basilaris, aber nicht die freie Oberfläche.

Auch nach der von MERKEL (Fig. 28, p. 56) gegebenen Abbildung besteht an der dorsalen Kehlkopfseite ein Zusammenhang zwischen dem geschichteten Pflasterepithel des Stimmbandes und dem auf die Epiglottis vom Schlunde her übergreifenden gleichnamigen Epithel. / (MERKEL *02*.)

/ Nach ZILLIACUS zeigen die beiden Epithelarten im oberen und mittleren Kehlkopfraum oberhalb der wahren Stimmbänder beim Menschen große Variationen. Der 2—3 Linien breite Randsaum von Plattenepithel (RHEINER) hat eine in hohem Maße unregelmäßige Ausdehnung, erstreckt sich bisweilen mit Buchten und Zacken weit ins Innere des Kehlkopfes hinein, manchmal bis zum Taschenband, in anderen Fällen ist er von geringer Ausdehnung. Auf der Rückseite des Kehldeckels sind stets (als normales Vorkommen) Inseln von Plattenepithel im Zylinderepithel und häufig auch Inseln von Zylinderepithel im Plattenepithel vorhanden. Die Größe der Inseln wechselt sehr. Auf dem Taschenband und in dessen Nähe fanden sich zwar einzelne Plattenepithelinseln, dagegen nur in einem Falle Anordnung des Plattenepithels in Form eines Streifens. / (ZILLIACUS *05*.)

Drüsen des menschlichen Kehlkopfes.

Anordnung der Drüsen: / LAUTH beschreibt die Schleimdrüsen in der Umgebung der Cartilagines cuneiformes. Bisweilen fehlen diese Knorpel vollständig und man findet dann an ihrer Stelle einen Haufen dicht gedrängter Schleimdrüsen, deren Form genau die der Knorpel wiederholt. LAUTH schlägt für diesen Fall den Namen Glandula cuneiformis vor. / (LAUTH *35*.)

/ Die Drüsen sind nicht gleichmäßig verteilt. Sie fehlen am freien Teil der oberen Kehldeckelfläche und an ihren Rändern. An der oberen Wand der Morgagnischen Ventrikel erreichen sie einen hohen Grad von Entwicklung. Am angehefteten Teil der oberen Kehldeckelfläche finden sich Drüsen, deren Ausführgänge den Knorpel durchbrechen und an dessen unterer Fläche mit den übrigen münden. In der Regel nur rudimentär angedeutet, sind sie bisweilen stark entwickelt und bilden eine größere lappige Drüse, welche schon den älteren Anatomen bekannt war (H. GREEN nannte sie „Epiglottic gland"), (VERHEYEN, Corp. hum. anat. 1699 erwähnt sie gleichfalls). Doch rechnet RHEINER einen solchen Befund mehr ins Gebiet der Hypertrophien, ebenso die von PORTAL (Cours d'anat. 1803) erwähnten Gießbeckenknorpeldrüsen, welche MORGAGNI als Glandulae arytaenoideae bezeichnete. Wahrscheinlich handelt es sich um eine Verwechselung mit den häufig durch eine lappige Drüsenmasse ersetzten WRISBERGschen Knorpeln, in welchen entweder gar keine Spuren, oder nur hanfkorngroße Stückchen von Knorpel eingelagert sind. Auch

wo diese Knorpel stärker ausgebildet sind, werden sie stets von einem drüsen- und fettreichen Gewebe umgeben. Die unteren Stimmbänder und untere Wand der Taschen entbehren der Drüsen vollständig. / (RHEINER *52b.*)

/ Die Drüsen der Kehlkopfschleimhaut, welche KÖLLIKER damals als traubenförmig bezeichnete, liegen an der hinteren Fläche des Kehldeckels, wo sie häufig in selbst durchgehende Vertiefungen des Knorpels eingebettet sind, und in der Höhle des Kehlkopfes selbst teils am Eingange des Kehlkopfes vor den Gießbeckenknorpeln in einer größeren Masse beisammen, welche mit einem horizontalen Schenkel den WRISBERGschen Knorpel umhüllt, mit einem zweiten in die Höhle des Kehlkopfes hinabsteigt (Glandulae arytaenoideae laterales). Auch auf dem Arytaenoideus transversus liegen Drüschen, und eine bedeutende Masse derselben zeigt sich außen an den Morgagnischen Ventrikeln, hinter und über den Taschenbändern. / (KÖLLIKER *50/54.*)

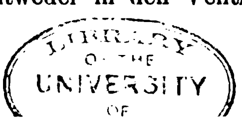
/ Schleimdrüsen finden sich fast durchweg sehr zahlreich im Kehlkopf (an dessen Eingang gehäuft), der Luftröhre und tief in die Bronchien hinein, nach REMAK sogar in den feinsten Bronchien. / (LEYDIG *57*, p. 369.)

/ An der Schleimhaut der wahren Stimmbänder fehlen Drüsen vollständig, wie denn auch in der dünnen Schicht des übrigens lockeren submukösen Gewebes daselbst keine Spur irgendwelcher Drüsensubstanz nachweisbar ist. Die meisten an der hinteren Seite der Epiglottis mündenden Drüsen liegen teils vor dem Knorpel, welchen sie dann durchbohren, teils in den Lücken, von welchen derselbe vielfach durchbrochen ist.

An mehreren Stellen sind die Drüsen zu Gruppen vereinigt, welche teils unpaar, teils symmetrisch auf beide Seiten des Kehlkopfes verteilt sind. Die unpaaren Anhäufungen stehen mit der vorderen und hinteren Wand des Vestibulum laryngis in Beziehung. Die Glandulae aggregatae anteriores laryngis befinden sich unterhalb der Membrana hyoepiglottica in dem von ihr und der M. thyreo-hyoidea begrenzten Raume (wo sie schon PHILIPP VERHEYEN bekannt waren). Die Glandulae aggregatae laryngis posteriores s. inter-arytaenoideae gehören dem Grunde des Vestibulum laryngis an und sind dicht gedrängt. Die Glandulae aggregatae laryngis laterales sind in den Plicae aryepiglotticae und in den Taschenbändern eingeschlossen. Sie bilden die zuerst von J. B. MORGAGNI beschriebenen Glandulae arytaenoideae, welche auf jeder Seite des Larynx unter Bildung einer L-ähnlichen Figur aneinandergefügt sind. Der vertikale, vor dem Pyramidenknorpel sich erhebende Schenkel des L enthält als Achsengebilde die aus Netzknorpel bestehende, schon von MORGAGNI als „Columella" bezeichnete Cartilago Wrisbergii, deren oberes dickeres Ende am freien Rande der Plica aryepiglottica das „Tuberculum Wrisbergii" darstellt, welches um so stärker ausgebildet ist, je reichlicher hier der Knorpel von Drüsen umlagert wird. Der horizontale, schwach gekrümmte Schenkel des L bildet den hauptsächlichen Inhalt des Taschenbandes, welches demgemäß seiner wesentlichen Einlagerung nach als ein wahrer Drüsenwulst erscheint. / (v. LUSCHKA *71.*)

/ Die zahlreichen abgeplatteten Drüsen häufen sich im Bereiche des Ringknorpels besonders an der hinteren Kehlkopffläche. / (VERSON *71.*)

/ Die Ausführgänge derjenigen Drüsen, welche dem unteren Stimmbande am meisten nahekommen, münden entweder in den Ventrikel des


UNIVERSITY

Kehlkopfes vor dem Punkte, wo Papillen auftreten, oder in der Regio subglottica, wo diese Papillen aufhören. Im letzteren Falle sind diese Drüsen sehr abgeplattet und ihr Längsdurchmesser übertrifft bedeutend ihren Querdurchmesser. Von diesen abgeplatteten Drüsengruppen verdienen zwei besondere Erwähnung. Die eine derselben findet sich auf der oberen Fläche des unteren Stimmbandes, die andere in der subpapillären Gegend desselben Bandes. Beide Drüsen scheinen geeignet, den freien Rand des unteren Stimmbandes zu befeuchten. In physiologischer Hinsicht ist das Vorhandensein von Drüsengruppen von Interesse, da deren Sekretionsprodukt die papilläre Region des Stimmbandes feucht hält und die Integrität seiner Funktion sichert durch Lieferung eines schützenden Schleimes.

Coyne findet die Drüsen im Zentrum des oberen Stimmbandes, welches sie zum großen Teil zusammensetzen, sehr entwickelt. Gegen den freien Rand des unteren Stimmbandes findet man keine mehr./ (Coyne *74a* und *74c*.)

/Die Drüsen des Kehlkopfs liegen teils einzeln, teils gruppenweise. Eine Reihe großer Drüsenmündungen, mit kleineren untermischt, erstreckt sich längs dem Epiglottiswulst (Glandulae epiglotticae Sappey), und in dem Winkel, den die Epiglottis mit der Plica ary-epiglottica bildet. Vereinzelt stehen sie auf der inneren Oberfläche der letztgenannten Falte, massenweise wieder längs den Rändern und der unteren Spitze der Cartilagines cuneiformes (Glandulae cartil. arytaen. Morg., Gl. arytaen. Sappey). Reichliche Drüsenöffnungen kommen an der Plica thyreo-arytaenoidea sup., die größeren an deren vorderer und hinterer Spitze, sowie an den Wänden des Ventrikels (Glandulae ventriculorum), mit Ausnahme der oberen Fläche des Stimmbandes vor. An der hinteren Kehlkopfwand sind die Drüsen unregelmäßig, zahlreich, aber fein (Glandulae arytaen. mediae Arnold, Gland. arytaen. salivalis Mayer).

Selten am Epiglottiswulst, häufig an der unteren Fläche der oberen Plica thyreo-arytaenoidea zeigen die Ausgänge der Drüsen ein weit in die Äste sich erstreckendes Flimmerepithel (Verson). Lindemann *69* sah mehrmals die Epiglottis, in einem Falle die ganze innere Oberfläche des Kehlkopfs und der Trachea bis zur Bifurkation mit zahlreichen konglobierten Drüsen besetzt./ (Henle *73*.)

/Sappey unterscheidet viererlei Drüsen des menschlichen Kehlkopfs: der Epiglottis-, der Aryknorpel-, der Ventrikel- und endlich der subglottischen Gegend. Die Epiglottisdrüsen liegen in den Einsenkungen und Löchern dieses Knorpels. Sie wechseln im Umfang von dem eines Hirsekorns bis zu einer Linse. Ihr Ausführgang mündet an der hinteren Fläche des Larynxdeckels. Die Glandulae arytaenoideae (so genannt von Morgagni) bilden L-Form. Die Drüsen des Ventrikels finden sich in deren ganzer Ausdehnung disseminiert. Die subglottischen Drüsen sind zahlreicher und größer als die der Ventrikel und bilden eine fast kontinuierliche Schicht./ (Sappey *89*.)

/P. Heymann beschreibt die Anordnung der Drüsen am menschlichen Stimmbande. Die Drüsen des oberen (falschen) Stimmbandes beginnen unmittelbar am Aryknorpel mit einer langgestreckten, tief in das Innere hineinragenden Drüsengruppe, deren Ausführgänge sich sowohl nach der oberen wie nach der unteren Fläche des freien Randes des Taschenbandes verfolgen lassen. Die ganze hintere Partie des falschen Stimmbandes ist derartig erfüllt von Drüsen, daß dieselben den wesentlichsten Bestandteil des ganzen oberen Stimmbandes ausmachen. Gegen

die Mitte zu aber werden die Drüsen, die nach der oberen Fläche hin liegen, kleiner. weniger in das Gewebe hineinragend und spärlicher, um sich entweder gegen das vordere Ende hin ganz zu verlieren, oder doch nur in wenigen Exemplaren aufzutreten. Die an der unteren Fläche des falschen Stimmbandes, d. h. an der oberen Bedachung des Sinus Morgagni und am freien Rande des falschen Stimmbandes liegenden Drüsen werden von der Mitte ab allmählich etwas kleiner, weniger tief eindringend, um im vorderen Drittel eine flache, kontinuierlich zusammenhängende Schicht kleiner Drüsen zu bilden. Die seitliche Wand des Sinus Morgagni birgt einen Drüsenzug, der gewöhnlich vollständig zusammenhängend von hinten nach vorne an Massenhaftigkeit zuzunehmen pflegt.

An der oberen Fläche des wahren Stimmbandes — jedoch stets lateral gelegen von den mit Platten- und Übergangsepithel bekleideten Partien — zieht ein Drüsenzug, den schon Coyne und zuletzt B. Fränkel, letzterer unter dem Namen der oberen Drüsensäule, beschrieben haben. Derselbe ist nicht so typisch angeordnet, wie es Coyne angibt. Er ist von wechselnder Mächtigkeit, im ganzen nicht sehr stark ausgebildet, beginnt hinten, eine kleine Strecke entfernt vom Processus vocalis und nimmt gegen die Mitte hin an Stärke zu, um gegen das vordere Ende hin allmählich abzunehmen. Dieser Drüsenzug ist nicht kontinuierlich, so daß es sehr wohl möglich ist, aus einem Stimmbande aus den verschiedensten Stellen Schnitte zu gewinnen, an denen dieser Drüsenzug überhaupt nicht vorhanden zu sein scheint.

An der unteren Seite des wahren Stimmbandes, unterhalb der mit Plattenepithel bekleideten Partie, findet sich eine von hinten nach vorn in ziemlich gleichmäßiger Stärke hinziehende Drüsengruppe, aus 3—4—5 parallel gelagerten Drüsenreihen bestehend. Die Ausführgänge sind schräg gegen den hinteren Rand des Stimmbandes nach oben zu gerichtet, so daß das von hier stammende Sekret, wie auch schon Coyne angibt, sich an den freien Rand des Stimmbandes hinergießt; diese Drüsen sind sowohl auf Längs- wie auf Querschnitten senkrecht zum freien Rande hin abgeplattet, woraus sich eine rundlich flache Form dieser Drüsen folgern läßt. / (P. Heymann *89*.)

/ In der Diskussion betonte P. Heymann, daß er aus Gründen der Verständigung die ganze Masse als Stimmband bezeichnet habe, beginnend von da ab, wo die obere Fläche horizontal wird. Die obere Drüsensäule liegt in allen Fällen mit ihren Ausführgängen nach außen von dem Beginne des Platten- und Übergangsepithels, wenn auch vielleicht manchmal ein Drüsenbauch sich weiter nach der Mitte hin erstrecken mag. / (P. Heymann *89*.)

/ Kanthack unterscheidet beim neugeborenen Kind im Kehlkopfe:

1. Glandulae epiglotticae. Die Basis der Epiglottis ist ganz umgeben von Drüsen. Die zwischen Epiglottis und Schildknorpel gelegenen durchbohren die Knorpelmasse. Auf der laryngealen Fläche finden sich im obersten Drittel keine Drüsen mehr, auf der lingualen Fläche verlassen die Drüsen die lateralen Partien früher und hören auch in der Mittellinie auf, ehe das oberste Viertel erreicht ist.
2. Glandulae ventriculi. Der Ventrikel ist ringsum von Drüsen umgeben, auch am Boden der Tasche zwischen den Muskelfasern der Crista vocalis finden sich Drüsen. Die letzteren erstrecken sich bis an die elastische Fasermasse des Stimmbandes, nie aber

sind sie in derselben zu finden. So hat es auch GEGENBAUR längst schon beschrieben.
3. Glandulae laterales münden in das Lumen des Larynx.
4. Glandulae arytaenoideae. Oben ist der Gießbeckenknorpel fast ringsum von Drüsen umgeben, doch ist die Partie an der Innenfläche, die mit Pflasterepithel bekleidet ist, immer (bis zur Basis des Knorpels) frei von Drüsen. Nach vorn sind die Drüsen am zahlreichsten, so daß wir zwischen der Cartilago Wrisbergii und der Cartilago arytaenoidea eine reiche Masse haben.
5. Glandulae posteriores. Drüsen der hinteren Larynxwand.
6. Glandulae anteriores.
7. Endlich findet sich unterhalb der Stimmbänder ein dünner Drüsenstreifen ringsherum in der Mucosa, wie es ja auch in der Trachea ist.

Bezüglich der eingehenden Lageschilderung, welche KANTHACK für diese Drüsen gibt, verweise ich auf dessen Originalarbeit./ (KANTHACK *90.*)

/Beim Buschmann ist die Schleimhaut des Kehlkopfes reicher an Schleimdrüsen als beim Weißen./ (C. GIACOMINI *92.*)

/Die Drüsen der Regio subglottica greifen (infolge einer besonderen Anordnung ihrer Ausführgänge) in die obere Zone ein. Die Ausführgänge verlaufen von unten nach oben und von außen nach innen gegen die Achse des Larynx, sie münden flötenschnabelförmig an der unteren Grenze der papillären Region und ihr Sekret gelangt in den interligamentösen Raum und die entsprechende Schleimhaut./ (RENAULT *96.*)

/Die Kehlkopfschleimhaut ist mit zahlreichen Schleimdrüsen, Glandulae laryngeae versehen. Überall, außer in der unmittelbaren Nähe der Stimmbänder, treten ihre feinen Mündungen zutage. An drei Orten sind sie besonders reichlich gruppiert und man unterscheidet daher:
1. Glandulae epiglotticae, mehr als 50, von welchen einige den Knorpel durchbrechen. Auf der Vorderfläche der Epiglottis sind sie seltener.
2. Glandulae inter-arytaenoideae. Ihre Anhäufung liegt in der Plica inter-arytaenoidea. Von hier erstrecken sie sich längs der beiden Taschenfalten, deren Wulstung sie vorzugsweise bedingen.
3. Glandulae ventriculorum. Sie liegen in der Umgebung der beiden Kehlkopftaschen./ (RAUBER *97.*)

/NICOLAS unterscheidet an den Kehlkopfdrüsen des Menschen:
1. vordere Gruppe, Gl. epiglotticae;
2. hintere Gruppe, Gl. inter-arytaenoideae;
3. laterale Gruppen.

Die auch nach NICOLAS im Stimmbande in ziemlich gleichmäßiger Verbreitung vorkommenden, dort von KNOLL entdeckten Drüsen stehen dichter im mittleren Teile des Stimmbandes und fehlen im Bereich der Stimmsaite./ (NICOLAS *98.*)

/Drüsen finden sich an allen Teilen des Kehlkopfes, mit Ausnahme eines kleinen Bezirkes am Rande der Stimmlippen (siehe Figur 246). HEYMANN unterscheidet mit LUSCHKA Glandulae aggregatae anteriores, posteriores und laterales. Erstere sind im wesentlichen um die Basis der Epiglottis herum gelagert. Die anteriores liegen in der Gegend des Petiolus epiglottidis, überhaupt aber an dem unteren Teile der hinteren Fläche desselben und sind in Vertiefungen des Kehldeckels eingebettet.

Der obere Teil der Epiglottis und der freie Rand sind im wesentlichen drüsenfrei. Die Posteriores liegen am hinteren Teile des Kehlkopfeinganges, die ganze hintere Wand bedeckend und hinüberreichend in den oberen Rand des Schlundeinganges. Sie liegen auf beiden Seiten des Ligamentum crico-Santorinianum, bedecken mit einer dicken Schicht die vordere Seite des Musculus transversus und reichen über die vordere Fläche der Ringknorpelplatte fort, um mit der an der Hinterwand der Trachea gelegenen Drüsenlage eine zusammenhängende Masse zu bilden. Die Laterales verglich schon MORGAGNI *1723* nach ihrer Anordnung mit einem lateinischen L, dessen vertikaler Schenkel im Ligamentum ary-epiglotticum in die Höhe rage, während der horizontale Schenkel im Taschenbande liege, dessen wesentliche Substanz er darstellt. In die Drüsenmassen des Lig. ary-epiglotticum ist der



Fig. 246. **Menschlicher Kehlkopf.** Querschnitt durch die Mitte beider Stimmbänder linkerseits. Der Sinus Morgagni war in dem abgebildeten Falle verhältnismäßig klein und schmal. Die Drüsen des Taschenbandes sind nicht sehr reichlich, lassen viele Lücken zwischen sich, in denen man vereinzelte Fasern des Taschenbandmuskels ziehen sieht. Am Rande der Stimmlippe sieht man die Stimmbandleisten quer durchschnitten in der Form der Papillen erscheinen. Der freie Rand ist in dem abgebildeten Falle seltenerweise sowohl nach innen als auch nach unten durch einen großen Drüsenausführgang begrenzt. Man sieht den Querschnitt des elastischen Bandes und des Stimmbandmuskels. Noduli wurden in dem vorliegenden Schnitte nur zwei recht kleine gefunden, der eine in der aufsteigenden Begrenzung der Morgagnischen Tasche dicht über der Stimmlippe, der andere etwas über der Mitte der inneren Seite des Taschenbandes. Die Verteilung der Drüsen um den Ventrikel herum erscheint deutlich illustriert. (Nach P. HEYMANN *98*.)

keilförmige Knorpel, Cartilago Wrisbergii, eingebettet, der häufig derart von Drüsen umgeben ist, daß die alten Anatomen das ganze Gebilde nur als eine Drüsenmasse beschrieben haben.

An der unteren Seite der wahren Stimmbänder, unterhalb der mit Plattenepithel bekleideten Partie findet sich ein von hinten nach vorne ziehender Drüsenzug, aus 3—4—5 parallel gelagerten Drüsengruppen bestehend. Die Ausführgänge enden schräg in Flötenschnabelform, etwa an der Grenze des Zylinder- und Plattenepithels, häufig noch in letzterem. Die Drüsenverteilung ist im übrigen keine so regelmäßige, wie es nach dieser Darstellung scheinen könnte. So hat B. FRÄNKEL nachgewiesen,

daß am vorderen Teil der Stimmlippen, der Pars sesamoidea, die Drüsen zahlreicher und dem freien Rande näherstehend sind, als weiter hinten. Er beschreibt ferner eine Drüse, die dem freien Rande erheblich näher liege, als die das ganze Stimmband durchziehende obere Drüsensäule. Dieselbe liege mit ihrer Längsachse dem Stimmbandrande parallel, so daß sie auf Frontalschnitten im Querschnitte erscheint. In dieser nicht regelmäßig vorkommenden Drüse sieht P. HEYMANN einen abgesprengten Teil der obersten Drüsengruppe./ (P. HEYMANN *98*.)

/Im menschlichen Kehlkopf sind nach MERKEL die Drüsen an folgenden Stellen zu größeren Gruppen vereinigt: am Kehldeckel bis zu dem Winkel, den derselbe mit der Plica ary-epiglottica bildet; am Epiglottiswulst bis zum Ansatze des Schildknorpels herab; in der Umgebung der Cartilago cuneiformis, welche in Drüsen geradezu eingehüllt erscheint und wie ein Skelettstäbchen aussieht, welches für diese Drüsengruppe bestimmt ist; an der hinteren Kehlkopfwand, wo die Drüsen jedoch unregelmäßiger stehen und kleiner sind. Das wahre Stimmband ist an seinem schwingenden Rande völlig drüsenlos. Die Gefahr des Austrocknens wird von diesem Bande dadurch abgehalten, daß eine ganz besonders große Drüsenmenge im falschen Stimmbande und in den Wänden des Ventriculus laryngis angehäuft ist, deren Sekret das wahre Stimmband beträufelt. Die in Vorstehendem nicht genannten Teile des Kehlkopfes entbehren der Drüsen nicht, doch stehen diese daselbst mehr isoliert. (FR. MERKEL *99*, p. 86.)

Bau der Kehlkopfdrüsen des Menschen: Zahlreiche ältere Forscher nennen die Kehlkopfdrüsen des Menschen „Schleimdrüsen“, so z. B. LAUTH *35*, LEYDIG *57* (p. 369), HESSLING *66*, FREY *76*, später noch R. HEYMANN *89*, KANTHACK *90*, BRASS *96*, SCHIEFFERDECKER *96a* (siehe unten), RAUBER *97* und SZYMONOWICZ *01*.

Daß die Drüsen des menschlichen Larynx gemischter Natur sind, also neben den Schleimzellen auch seröse Zellen enthalten, wurde, soweit mir die Literatur bekannt ist, zuerst durch KLEIN *79* (Näheres siehe unten: Drüsen der Trachea) bekannt gegeben. Ihm folgten zahlreiche Forscher (siehe unten) und heute wird das Vorkommen der beiden Zellarten wohl von niemand mehr geleugnet werden (vergl. auch oben p. 363 ff.).

/GÜNZBURG unterscheidet im Kehlkopf des Menschen verschiedene Drüsenarten von der einfachsten Form des einzelligen Zylinders bis zur verästelten Traubendrüse und zählt dieselben nach der von ihm angenommenen genetischen Abstufung von niederem zu höherem folgendermaßen auf: einfacher Epithelialzylinder, einfache Schlauchdrüse, gruppierte Schlauchdrüse, einfache Traubendrüse; dann sekundäre Formen: doppelte Schlauchdrüse, Traubendrüse mit zentralem Ausführgang, verästelte Traubendrüse. Doch hat GÜNZBURG die heute angenommenen verschiedenen Drüsenarten (seröse Zellen und schleimzellenhaltige Drüsen) dabei offenbar nicht im Auge./ (GÜNZBURG *45*.)

/Das aus großen polygonalen Zellen bestehende Drüsenepithel ruht in einfacher Schicht auf einer Membrana propria, welche jedoch nicht durchaus homogen ist, sondern kernhaltige verästigte Zellen enthält. BOLLS Drüsenkorb konnte LUSCHKA nicht nachweisen. Die Ausführgänge der Kehlkopfdrüsen besitzen ein Zylinderepithel; in den Gängen, welche am unteren Umfange der Taschenbänder münden, kommt nicht selten auch ein Flimmerepithel vor, das sich bis in die Nähe der Drüsenbläschen erstrecken kann./ (V. LUSCHKA *71*.)

/ Die Drüsen des menschlichen Kehlkopfs nennt TURNER racemös. / (TURNER *77*.)

/ Die Drüsen sind Schleimdrüschen, haben jedoch zum Teil den Bau von serösen Drüsen. / (TOLDT *88*.)

R. HEYMANN erklärt alle Kehlkopfdrüsen für Schleimdrüsen. Die Ausführgänge, welche ein zylindrisches, stellenweise — und zwar besonders an der dem Sinus Morgagni zugekehrten Fläche des Taschenbandes — flimmerndes Epithel tragen, verlaufen teils ziemlich senkrecht und gestreckt gegen die Oberfläche, teils mehr schräg und geschlängelt. Ziemlich häufig findet sich unmittelbar unter der trichterförmigen Mündung an der Oberfläche der Schleimhaut eine ampullenförmige Erweiterung des Ausführganges, an welcher der Durchmesser des Ganges das Drei- bis Vierfache von dem an der Mündungsstelle betragen kann.

Für die Schleimdrüsen der Trachea hat ORTH (Kursus der Histologie 1878, p. 209) solche spindelförmige Erweiterungen der Ausführgänge als etwas Normales beschrieben und abgebildet. Im Kehlkopf, wo sie früher als pathologisch betrachtet wurden, hat sie HOYER in der Pars arytaenoidea, an den Processus vocales und an der vorderen Fläche der hinteren Larynxwand konstatiert. / (R. HEYMANN *89*.)

/ Die ersten Andeutungen von Drüsen im Larynx finden sich gegen Ende des vierten Monats. Die Drüsen sind Schleimdrüsen, doch bezweifelt KANTHACK, „ob die sogen. Schleimdrüsen wirklichen Schleim als Hauptsubstanz sezernieren". / (KANTHACK *90*.)

/ Die Drüsen des Kehlkopfes erklärt BERDAL für Schleimdrüsen, dieselben liegen in der Submucosa. / (BERDAL *94*.)

/ Die Kehlkopfdrüsen besitzen Schleimzellenalveolen und Alveolen, welche von zylindrischen albuminösen Zellen ausgekleidet sind, und solche, welche beide Arten besitzen. Das Flimmerepithel der Oberfläche setzt sich an einigen Orten auch eine kurze Strecke in den Ausführgang fort. / (E. KLEIN *95*.)

Die Drüsen des Kehlkopfes und der Trachea beim Menschen bezeichnet BRASS *96* als Schleimdrüsen.

/ Auch SCHIEFFERDECKER nimmt in Kehlkopf und Trachea des Menschen Schleimdrüsen (nicht seröse Drüsen und nicht gemischte Drüsen) an und befindet sich damit in Widerspruch mit älteren und neueren Beobachtern. / (SCHIEFFERDECKER *96a*.)

/ Die Drüsen nennen acinös C. FR. TH. KRAUSE *43*, RHEINER *52b*, KÖLLIKER *50/54* und *67*, VERSON *71* u. a. Schlauchförmigen Verlauf erkannten zuerst BOLDYREW *71b*, besonders aber STIEDA *71*, FRANKENHÄUSER *79* und KLEIN und SMITH *80*. Nach HEYMANN kommen Acini und Tubuli nebeneinander vor, wobei die Acini überwiegen würden.

Die Basalmembran der Drüsen führt sehr spärliche flache Kerne. Zwischen den eigentlichen Drüsenzellen und der Basalmembran sieht man gelegentlich kleine rundliche kernhaltige Zellen gelagert, die etwa entstehenden Zwischenräume ausfüllend; doch stellt diese Beobachtung immerhin eine Ausnahme dar.

Es finden sich beim Menschen Schleimdrüsen und seröse Drüsen. Beide Zellgattungen liegen unmittelbar nebeneinander, häufig sogar in demselben Schlauch. Es handelt sich also um Drüsen mit gemischtem Epithel. Auch Giannuzzische Halbmonde kommen vor.

Die Ausführgänge sind in der Nähe der Drüsen mit einem ziemlich flachen einschichtigen Zylinderepithel ausgekleidet, das gegen die Mündung zu höher wird und schließlich Schichtung zeigt. In der Nähe der Mün-

dung sieht man, daß das Flimmerepithel der Schleimhaut mitunter recht weit in den Ausführgang sich hinein erstreckt. Die Ausführgänge sind von verschiedener Länge und durchsetzen die Schleimhaut teils senkrecht, teils schräg. Eine ampullenartige Erweiterung kurz vor der Mündung, wie sie ORTH (Kursus der pathol. Histol. 1878, p. 209), HOYER (cf. HERYNG, Die Heilbarkeit der Larynxphthise, 1887, p. 19, Anm.), FRANKENHÄUSER *79*, KÖLLIKER *81*, R. HEYMANN *89* und DOBROWOLSKI *94* (p. 91) schildern, findet HEYMANN nicht regelmäßig und besonders ausgebildet nur in nicht zweifellos normalen Kehlköpfen. / (P. HEYMANN *98*.)

/ Die folgende Beschreibung von Frau FUCHS-WOLFRING bezieht sich auf die Drüsen des Kehlkopfs und der Trachea beim Menschen (siehe **Taf. I, Fig. 18**). Die Drüsen bilden große kompakte Läppchen, ziemlich weit von der Oberfläche und dicht am Knorpel im Bereiche des lockeren Bindegewebes ausgebreitet. Schleimdrüsen sind gegenüber den serösen Drüsen in der Trachea bedeutend zahlreicher als in der Submaxillardrüse. Die meisten Alveolen zeigen große Randzellenkomplexe. (Auch Pflügersche und Stöhrsche Halbmonde kommen vor.) Nur in den echten Giannuzzischen Halbmonden, welche als seröse Drüsenzellen aufzufassen sind, finden sich Sekretkapillaren. Die serösen Drüsenzellen treten vorwiegend als ganz selbständige Läppchen auf und übertreffen an zahlreichen Stellen die Zahl der Schleimdrüsen weit. Die Sekretkapillaren sind enger als beim Hunde. Die Kerne der serösen Drüsenzellen liegen meist dicht an der Basis, bei den untersuchten Tieren dagegen größtenteils ziemlich in der Mitte der Zellen. Manche Alveolen zeigen auch Schleim- und seröse Zellen nebeneinander. Die Ausführgänge stülpen sich zumeist an der Oberfläche in Form eines weiten Trichters ein, dessen Wände bis zum Trichterrohr noch mit demselben hohen Flimmerepithel und mit zahlreichen Becherzellen wie die Schleimhautoberfläche ausgekleidet sind. Dieses Epithel geht dann in ein einfaches Zylinderepithel über, noch häufiger jedoch wird es plötzlich durch die spezifischen Schleimzellen ersetzt, auf welche oft wiederum Zylinderzellen folgen, die dann endgültig den Schleimzellen Platz machen. Manchmal, namentlich an kleineren Ausführgängen, beginnen die Schleimzellen fast ganz an der Oberfläche. Ansammlung von Lymphkörperchen um die Mündung der Ausführgänge wurden nicht beobachtet.

Beiderlei Drüsenalveolen zeigten bei dem untersuchten 20jährigen Justifizierten das Bild der ausgeruhten Drüsen, indem die Kerne bei den Schleimzellen meist platt und randständig waren und auch bei den serösen Zellen ganz peripherisch lagen. Die Lumina waren eng, die Schleimzellen sehr hell und prall gefüllt. Bei allen untersuchten Tieren dagegen konnte man an den Schleimalveolen die verschiedensten Tätigkeitsstadien, am wenigsten das der Ruhe beobachten. Dementsprechend sah man auch an den meisten serösen Alveolen das bekannte Bild der serösen Drüsen in Tätigkeit, trübes Aussehen, die Kerne weit zentralwärts vorgerückt, die Zellen klein. / (Frau FUCHS-WOLFRING *98*.)

/ „Die Drüsen des Kehlkopfes sind durchweg, mögen sie größeren oder kleineren Umfang haben, von demselben histologischen Baue. Es sind tubulo-acinöse, gemischte Schleimdrüsen, in welchen neben schleimabsondernden Gangsystemen auch solche mit protoplasmatischen Zellen vorkommen, sowie echte Randzellenkomplexe (Halbmonde) an den schleimabsondernden Alveolen."

Im ganzen sind die Drüsen des Kehlkopfes der Submaxillardrüse ziemlich ähnlich, indem die serösen Abschnitte gegenüber den Schleim-

zellen führenden häufig überwiegen. Beim Menschen finden sich häufig Drüsenabschnitte, in welchen nur wenige Schleimzellen zu finden sind, während andere fast nur aus Schleimzellen bestehen. Die Gänge mit Schleimzellen sind oft auffallend weit, mit sehr hohen zylindrischen Zellen. Aber auch die serösen Alveolen zeigen meist weitere Lichtungen als die serösen Drüsengänge der Submaxillaris oder der Parotis. Die Ausführgänge sind mit einem niedrigen Zylinder- oder kubischen Epithel ausgekleidet, dem nicht selten Schleimzellen beigemischt sind und zeigen nahe ihrer Mündung häufig stärkere, ampullenartige Erweiterungen. Die Größe der Drüsen ist eine wechselnde, zwischen 0,2—2 mm Durchmesser. Große Drüsen finden sich an der vorderen Fläche des Kehldeckelknorpels im Bereiche des Wulstes der Epiglottis und meist dicht dem Perichondrium anliegend. Die Ausführgänge gehen durch die Löcher des Knorpels, in welchen häufig auch noch Drüsenläppchen liegen, oder neben den Seitenrändern des Knorpels an die Kehlkopfschleimhaut (Gl. laryngeae anteriores). Große Drüsen sind ferner im Bereich der Taschenbandfalte und in den Wänden der Kehlkopftasche und ihres Anhanges, sowie daran anschließend um den Wrisbergschen Knorpel, der oft inmitten der Drüsen zu fehlen scheint (Gl. lar. mediae) und an der Hinterwand des Kehlkopfes (Gl. lar. posteriores), wo die Drüsen zwischen die Muskelbündel des M. arytaenoideus transversus eindringen und auch noch hinter diesem Muskel sich ausbreiten. Kleinere, senkrecht zur Oberfläche abgeplattete Drüsen finden sich am freien Teile des Kehldeckels und am vorderen Teile der ary-epiglottischen Falten, sowie von den Stimmbändern abwärts, wo übrigens die stark abgeplatteten Drüsenläppchen sehr zahlreich sind./ (v. Ebner *99*.)

/Die Drüsen sind verästelte tubulöse Schleimdrüsen./ (Szymonowicz *01*.)

/Maziarski findet in der Schleimhaut des Kehlkopfes mit der Epiglottis, der Luftröhre und den Bronchien beim Menschen zwei Arten von Drüsen: Schleimdrüsen mit Giannuzzischen Halbmonden und seröse Drüsen. Daneben findet er in den Schleimdrüsen die Endstücke, aus protoplasmatischen Zellen bestehend, welche das Aussehen von serösen Zellen haben (siehe Fig. 247 und 248). Unter anderen Verfassern schreiben diesen Drüsen den tubulösen Bau Stöhr und Szymonowicz, den tubulo-acinösen Kölliker und v. Ebner, endlich den acinösen Böhm und v. Davidoff, Henle, Leydig, Frey, Verson und Toldt zu. Die mit protoplasmatischen Zellen ausgekleideten Schläuche besitzen ein bedeutend breiteres Lumen, als das in den Eiweißdrüsen und ermangeln der „interzellularen" Kapillaren, sie sind daher nicht als seröse, sondern als Schleimtubuli zu betrachten, deren Drüsenepithel sich im Ruhezustand befindet. Dagegen existieren selbständig seröse Drüsen; ihre Ausführgänge münden gewöhnlich in die Ausführgänge der Schleimdrüsen, wie dies richtig Frau Fuchs-Wolfring bemerkt hat.

Die Schleimdrüsen der Atmungswege des Menschen zeigen einen Bau, welchen Maziarski alveolär-tubulös nennt. Der Ausführgang geht, sich verzweigend, in Drüsenschläuche über, welche, sich verästelnd, mit einer Reihe von überwiegend kugelförmigen Bildungen endigen. Die Größe der Bläschen ist ziemlich bedeutend; die kleinsten besitzen einen Durchmesser von 0,05—0,095 mm, seine Dicke nur 0,08 mm; die Gänge, die sich mit den Drüsenschläuchen verbinden, betragen im Durchmesser 0,07 mm. Die Giannuzzischen Halbmonde bedecken die Enden der Schläuche oder sie sitzen auf der größten Konvexität der kugelförmigen

Bildungen auf. Die Eiweißdrüsen der Atmungswege beim Menschen zeigen einen ganz anderen Bau, als die Schleimdrüsen. Die Endstücke sind Schläuche, die eine ziemlich bedeutende Länge und veränderliche Weite besitzen. Die Länge beträgt von 0,03 bis 0,2 mm, die Breite von 0,02 bis 0,04 mm. Die Ausführgänge unterliegen einer ziemlich bedeutenden Erweiterung dort, wo mehrere Drüsenschläuche in den Ausführgang gemeinsam münden. Diese serösen Drüsen nennt MAZIARSKI tubulös. (MAZIARSKI *01 b*.)

Nach MAZIARSKI *01 b* ist das einzig Entscheidende, was auf den Bau der Drüsen Einfluß hat, die Gestalt der Sekretionsräume, die von der Basalmembran begrenzt und von den Drüsenzellen ausgekleidet sind.

Fig. 247. Fig. 248.

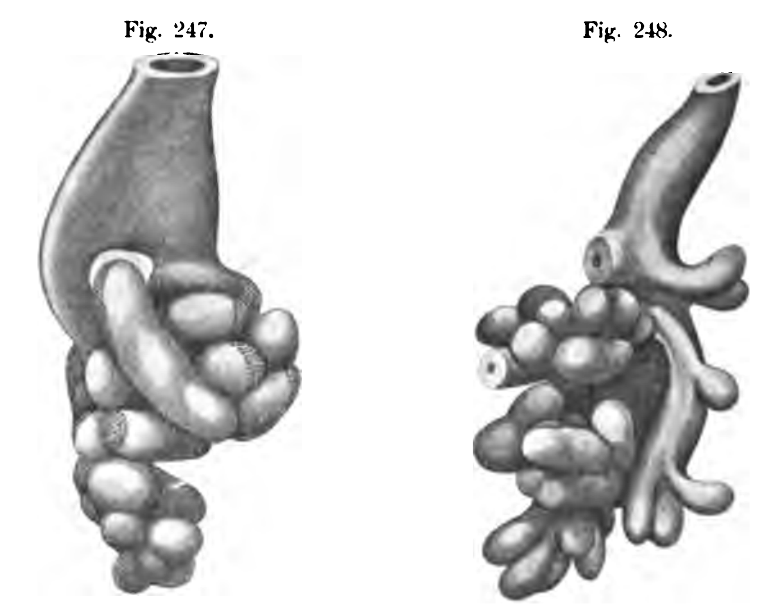


Fig. 247. **Modell der Schleimdrüse aus der Luftröhrenschleimhaut des Menschen.** Der bedeutend erweiterte und abgeplattete Ausführgang teilt sich in zwei engere Gänge, die sich mit den Drüsenräumen verbinden. Ein Tubulus sichtbar, andere mit Alveolen bedeckt. Mit Punkten bezeichnet die Giannuzzischen Halbmonde. Modellvergrößerung 200. Zeichnungsvergrößerung 120, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach MAZIARSKI *01 b*.)

Fig. 248. **Modell der serösen Drüse aus der Schleimhaut der hinteren Fläche der Epiglottis des Menschen.** Der etwas erweiterte Ausführgang geht rechts in deutliche tubulöse Endstücke über, die an ihren Enden unbedeutende Aufblähungen zeigen. Links gehen die Schläuche in größerer Zahl aus einer erweiterten Stelle des Ausführganges aus; sie sind in bedeutender Verkürzung gezeichnet, darum ist ihre tubulöse Form weniger deutlich. Modellvergrößerung 300. Zeichnungsvergrößerung 185, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach MAZIARSKI *01 b*.)

Nach meiner Ansicht sind dagegen das einzig Entscheidende, was auf den Bau der Drüsen Einfluß hat, die Drüsenzellen. Deren Größe und Zahl, das Verhalten ihrer Oberfläche, Seitenflächen und Unterfläche bedingen die Gestalt des Endstücks. Die Form dieses Endstücks aber zur Grundlage für eine Drüseneinteilung zu wählen, wie dies MAZIARSKI tat, halte ich für ganz verfehlt. Eine anatomische Einteilung der Drüsen muß heutzutage durchaus auf der Zellenlehre fundieren. Der innere Bau der einzelnen Drüsenzellen kann also zur anatomischen Einteilung der

Drüsen dienen, dagegen nicht die äußeren Formen (Sekretionsräume MAZIARSKIS) von Drüsenzellenkonglomeraten.

Tunica propria des menschlichen Kehlkopfs.

/ An der Schleimhaut selbst unterscheidet RHEINER:

1. Ein oberes, größtenteils aus Bindegewebe bestehendes Stratum. Die elastischen Fasern treten hier sehr in den Hintergrund und laufen nur als zarte geschwungene Fäden nach allen Richtungen durcheinander. Ein Papillarkörper fehlt an der Spitze und an den äußeren Rändern der Gießbeckenknorpel finden sich papilläre Andeutungen.
2. Eine untere Schicht von vorwiegend elastischer Zusammensetzung, die bezüglich ihrer Stärke je nach der Lokalität große Abweichungen zeigt. An einigen Stellen, z. B. gegen das Ende der unteren Kehldeckelfläche, erscheint sie fast unmittelbar an die knorpelige Unterlage angeheftet, ohne Einschiebung eines erheblichen submukösen Zellgewebes. In ihr liegen auch Drüsen. Sehr mächtig ist dieselbe und geht bis hart an die Oberfläche der Schleimhaut vor, an der unteren Stimmritze, in Form des Lig. thyr.-aryt. inf. In geringerem Grade, doch ebenfalls entwickelt, ist dieselbe an den oberen Stimmbändern.

Der Zug der Fasern in der Schleimhaut ist nicht an allen Stellen des Kehlkopfes derselbe. So geht er z. B. an der unteren Kehldeckelfläche quer von einem Seitenrande zum anderen, an der oberen und unteren Stimmritze von vorn nach hinten. Das submuköse Bindegewebe, in bezug auf Mächtigkeit sehr variabel, ist am stärksten entwickelt in den lockeren Partien, somit in den ary-epiglottischen Falten, an der Basis des Kehldeckels; letzteren Ortes enthält es viel Fett. / (RHEINER *52b.*)

/ Das Fasergerüst der Kehlkopfschleimhaut (unter dem Leukocytenlager) zeigt eine der Oberfläche parallele Faserung und wird zusammengesetzt durch Zellstoffbündel von exquisit wellenförmigem Verlaufe, sowie von ungemein zahlreichen, feinen, elastischen Fibrillen, welche gegen die Oberfläche hin sparsamer werden. Zwischen den Faserzügen liegen spindelförmige Bindegewebskörperchen. / (v. LUSCHKA *69a.*)

/ In der Kehlkopfschleimhaut finden sich zahlreiche feine, elastische Fasern, in der Nachbarschaft der Ligamente fehlt meist eine eigentliche Submucosa oder dieselbe ist reich an stärkeren elastischen Elementen; an der unteren Fläche der Epiglottis verwächst die Scheimhaut mit dem elastischen Knorpel; an den übrigen Partien ist lockeres submuköses Bindegewebe vorhanden. / (W. KRAUSE *76.*)

/ Die Submucosa ist in den Stimmbändern außerordentlich dünn und spärlich, so daß das Epithel fast direkt auf dem elastischen Gewebe sitzt. In den meist längsverlaufenden, feinen elastischen Fasern der Submucosa finden sich die Gefäße, welche auch die minimalsten Zweige in die Erhebungen und zierlichen Papillen, wenn sie vorhanden sind, senden. / (KANTHACK *89.*)

/ Die menschliche Larynxschleimhaut ermangelt der Papillen, abgesehen von den Stimmbändern (siehe diese). / (SAPPEY *89.*)

/ Fett findet sich beim neugeborenen Kind nur wenig im Larynx: a) hinter der Basis der Epiglottis, b) in der Nähe des Perichondriums der Alae der Schildknorpel, hinten in der Gegend des Sinus piriformis. / (KANTHACK *90.*)

/ Beim Erwachsenen findet sich unter dem Epithel des Kehlkopfes eine oberflächliche Schicht von retikuliertem Gewebe, dann folgt eine tiefe Schicht von fibro-elastischem Gewebe. In ersterer finden sich im Niveau des Ventrikels Noduli./ (BERDAL *94.*)

/ Nicht alle Ligamente können als Bestandteile der Membrana elastica aufgefaßt werden, so am Conus elasticus, wo beide Faserlagen durch lockeres Bindegewebe im subglottischen Raume getrennt sind, so daß man sie nicht gut als eine Faserschicht, als eine einheitliche Bildung auffassen kann. Anders verhält es sich am Lig. vocale und Lig. ventriculare. Da hier die elastischen Fasern zu Strängen geordnet sind, die bis nahe an das Epithel herangehen, hat man hier eher die Berechtigung, sie als Verdickungen der Membrana elastica anzusehen. Im Ventriculus laryngis kann man in Anbetracht des Mangels an elastischen Fasern von einer Membrana laryngis elastica nicht sprechen. Die elastische Faserschicht des Kehlkopfes setzt sich nach unten kontinuierlich in diejenige der Trachea fort, bis in die gröberen Bronchien.

In der Schleimhaut folgt direkt unter dem Epithel eine dünne Schicht von eng aneinanderliegenden elastischen Fasern, deren Richtung und gegenseitige Anordnung in den verschiedenen Bezirken des Kehlkopfes wechselt. FRIEDRICH ist der Ansicht, daß die in der Schleimhaut des Kehlkopfes von verschiedenen Autoren als Basalmembran (siehe unten) bezeichnete Schicht nichts weiter ist, als diese subepitheliale elastische Faserschicht. Besonders deutlich ist dies am Labium vocale, wo sich die Fasern der subepithelialen Schicht durch parallele Aneinanderlagerung unter dem Plattenepithel zu einem feinen Strang verdichten.

Auf die subepitheliale Schicht folgt tieferliegend eine Schicht, die in der von LUSCHKA als subepitheliale Schleimhautschicht bezeichneten Partie der Mucosa liegt, die außer durch den Reichtum an Zellen auch durch die reichliche Einlagerung von Drüsen in allen Bezirken außer den Labia vocalia ausgezeichnet ist. Im Gebiete des subglottischen Kehlkopfraumes besteht dieselbe aus zirkulären Faserzügen, die nach vorn in die starken Faserzüge des Conus elasticus resp. in die vertikalen Bündel im vorderen Schildknorpelwinkel ausstrahlen, nach hinten ebenfalls in die in der Interarytaenoidealschleimhaut befindlichen vertikalen Fasern übergehen. In diese elastische Faserung, die wohl der als Membrana laryngis elastica bezeichneten Faserschicht entsprechen dürfte, finden sich reichliche Drüsen eingelagert, die ebenfalls zirkulär um das Larynxlumen angeordnet, nach innen und außen von den besprochenen elastischen Fasern umgeben werden. Die subepithelialen elastischen Fasern folgen den Drüsenausführgängen und umkleiden dieselben eine Strecke weit. Umspinnende Fasern gibt es weder an den Drüsenausführgängen, noch an den Endschläuchen.

Während die subepitheliale elastische Faserlage als eine konstante Bildung betrachtet werden muß, die sich in allen Bezirken der Kehlkopfschleimhaut wiederfindet, wechselt die tieferliegende submuköse Faserschicht in bezug auf ihr Vorkommen und ihre Mächtigkeit in weiten Grenzen, die sich nach dem Vorhandensein von submukösem Bindegewebe richten, so daß sie dort, wo eine Submucosa fehlt, völlig in Wegfall kommt./ (FRIEDRICH *96.*)

/ Die Membrana propria des menschlichen Kehlkopfs zerfällt wieder in zwei nicht deutlich voneinander getrennte Schichten, in die schmälere subepitheliale, retikuläre oder adenoide Schicht, und in die dickere tiefe Schicht, welche die Drüsen, gelegentliche Fettanhäufungen, sowie im

Kehlkopf häufig einzelne Fasern quergestreifter Muskeln enthält. Diese untere Schicht geht ohne sichtbaren Unterschied in die Submucosa über.

Die Membrana propria des Kehlkopfs und der Luftröhre beim Menschen wird gebildet durch ein Fasernetz, bestehend aus durcheinandergewebten Bindegewebs- und elastischen Fasern. Das Netz wird gegen die tieferen Regionen zu allmählich weitmaschiger. Gegen die Oberfläche zu enthält das feinmaschigere Netz weniger elastische Fasern. Die elastischen Fasern sind in den tieferen Schichten oft in welligen Zügen angeordnet. An den wahren Stimmbändern verdicken sich diese Züge elastischer Fasern zu einer zusammenhängenden Sehne, dem eigentlichen Ligamentum vocale. Gegen die Oberfläche der Propria werden die elastischen Fasern immer feiner und spärlicher, sie reichen bis an die Membrana limitans heran, ohne jemals in sie einzutreten. (P. HEYMANN *98*.)

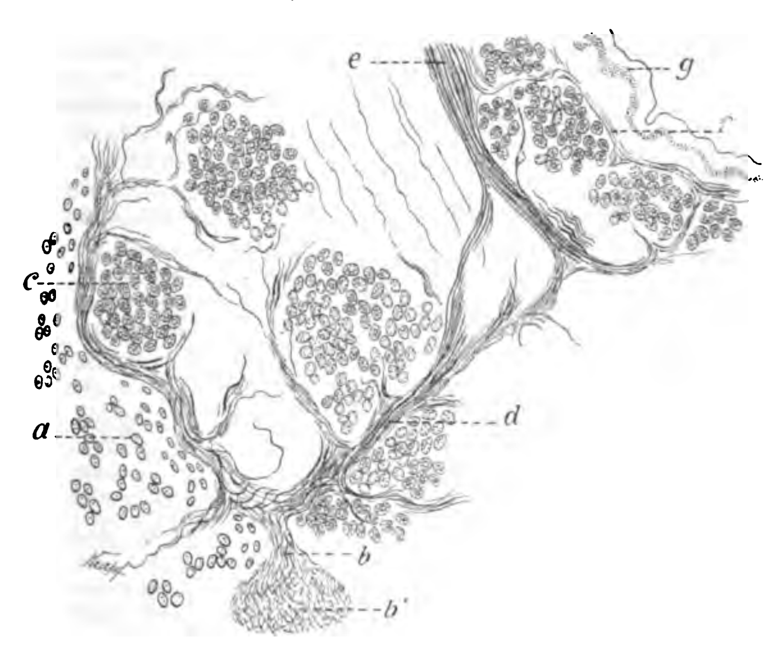


Fig. 249. **Larynx vom Menschen, falsches Stimmband.** Zeigt besonders die Anordnung des elastischen Gewebes (im Original nach Tänzer-Unnas Färbung). Horizontalschnitt. *a* hyaliner Knorpel, *b* und *b'* perichondrale elastische Schicht, *c* Drüse in einer Knorpelhöhle liegend, *d* horizontaler elastischer Strang, *e* elastische Lage der Submucosa, *f* tiefe elastische Elemente der Mucosa, *g* quergeschnittene subepitheliale Bündel. (Nach GUERRINI *98*.)

GUERRINI untersuchte die elastischen Elemente der oberen Luftwege des Menschen vermittelst Orceinfärbung und kommt zu folgenden Schlüssen. Epiglottis, Trachea und Larynx sind reich an elastischen Elementen, besonders im Perichondrium, im interglandulären und intermuskulären Bindegewebe, in den Bändern und in der Mucosa, und GUERRINI beschreibt die Menge und Anordnung der Fasern an diesen verschiedenen Fundstellen eingehend (siehe Fig. 249 und 250). Zu einem kompakten Filz vereinigte elastische Elemente können eine Schicht bilden, welche zwischen einer Drüsenzone und einer Muskelzone scheiden, oder zwischen zwei Muskelzonen, in der die Elemente in verschiedenen Richtungen verlaufen. Auch im oberen Stimmband finden

sich elastische Züge gespannt, wie eine Saite zum Bogen des Schildknorpels. In der Mucosa sind die elastischen Elemente in zwei Schichten angeordnet: einer tiefen, die als unregelmäßiges Netz von Bündeln oder einzelnen Elementen gebildet wird; die andere, die direkt unter dem Epithel liegt, besteht aus parallelen Längsbündeln, bald in einer einfachen, bald in doppelter Lage. Auch im Netzknorpel der Epiglottis und im Wrisbergschen Knorpel ließen sich die elastischen Fasern durch die Orceinmethode darstellen, wie auch die Abbildungen von GUERRINI beweisen./ (GUERRINI *98.*)

/Die eigentliche Schleimhaut des menschlichen Kehlkopfes, welche eine Dicke von 60—90 μ besitzt, wird wie im Schlundkopfe durch eine an elastischen Fasern besonders reiche Bindegewebsschicht nach der Tiefe begrenzt.

Die elastische Schicht, welche die Bindegewebsschicht nach der Tiefe begrenzt und im oberen Teil des Kehlkopfes nicht zusammenhängt, bildet im unteren Teil des Kehlkopfes, von den Stimmbändern abwärts, eine für sich darstellbare Lage, den Conus elasticus der Anatomen, welcher im Bereiche des Stimmbandes die eigentliche Schleimhaut bildet und bis an das Epithel heranreicht. Sonst sind die elastischen Fasern in der eigentlichen Schleimhaut weniger zahlreich als die Bindegewebsbündel./ (V. EBNER *99.*)

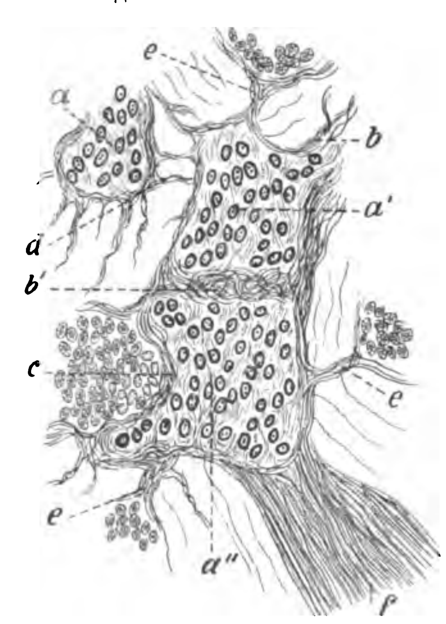


Fig. 250. **Epiglottis des Menschen**, gegen die Basis, Längsschnitt. *a*, *a'*, *a''* Netzknorpel (GUERRINI nennt denselben fibro-cartilago, zeichnet aber elastische Fasern), *b* perichondrales elastisches Stratum, *c* Drüse in einer Knorpelhöhle, *d* elastische Bündel, welche zwei gegenüberliegende Bündel vereinigen, *e* vom Perichondrium entspringende elastische Bündel, welche eine Drüse umgeben, *f* elastische Elemente eines Bandes. (Nach GUERRINI *98.*)

/Papillen besitzt die Schleimhaut hauptsächlich im Bereiche des geschichteten Pflasterepithels; am freien Rande und an der Unterfläche der Stimmfalten sind die Papillen zu Längsleisten verschmolzen. Über letztere siehe bei Stimmlippe./ (STÖHR *01.*)

Basalmembran: /Auf das Vorkommen der Basalmembran hat für die Trachea zuerst HENLE (in SÖMMERING *41*) und HENLE *62—66* und für den Kehlkopf zuerst RHEINER *52b* aufmerksam gemacht./ (P. HEYMANN *98.*)

/Auf das Epithel folgt ein sehr schmaler Saum homogener, vollkommen durchsichtiger Bindesubstanz, der sich zuweilen als selbständige Schicht förmlich aufzuheben scheint, in den meisten Fällen aber mit der Grundsubstanz der unterliegenden Schleimhaut überall ein Kontinuum bildet und bloß eine faserlose Partie derselben darstellt./ (RHEINER *52b.*)

/LUSCHKA bestätigt allerdings nur für die Schleimhaut der unteren Stimmbänder, daß sich eine homogene helle Grenzschicht von wechselnder Dicke an das Epithel anschließt./ (V. LUSCHKA *69a.*)

Die von RHEINER beschriebene unter dem Epithel gelegene homogene Grenzmembran findet LUSCHKA nur in der Schleimhaut der unteren Stimmbänder; doch finden sich bis zu diesen Qualitäten alle möglichen Übergänge (platte Faserzüge mit Einlagerung zelliger Elemente). / (LUSCHKA *71*).

/ HEIBERG beschreibt und bildet ab Kanäle in der Basalmembran der Larynxschleimhaut. / (HEIBERG *72*.)

/ An den Stimmbändern findet sich unterhalb des Epithels, an der Grenze des Bindegewebes eine sogenannte hyaline oder strukturlose Schicht, welche an keiner anderen Stelle der Schleimhaut des Kehlkopfes deutlich nachgewiesen werden kann. / (C. HEITZMANN *83*.)

/ Beim Pferde konnte TOLDT eine Basement-membran im Kehlkopf isolieren; beim Menschen scheint dies nicht zu gelingen. / (TOLDT *88*.)

/ Die von RHEINER besprochene Basilarmembran hält A. KANTHACK für ein Kunstprodukt. / (A. KANTHACK *89a*.)

/ Im Kehlkopf liegt unter dem Epithel eine Basalmembran. / (E. KLEIN *95*.)

/ An den Stimmbändern und an der Vorderfläche der Epiglottis zeigen Querschnitte eine feine, glashelle Basalmembran dicht unter dem Epithel. / (RAUBER *97*.)

/ Die Basalmembran ist in Kehlkopf und Luftröhre an den verschiedensten Stellen in sehr ungleicher Ausdehnung und Dicke vorhanden.

Die bei schwacher Vergrößerung strukturlos erscheinende (RHEINER, KÖLLIKER *50/54*, HENLE) Basalmembran erscheint bei Färbung mit einem bestimmten Anilinblau (6 B d. Akt.-Ges. f. Anil.-Fabr.) gefasert, so daß der Eindruck erweckt wird, daß sie aus einzelnen Fibrillen zusammengesetzt sei. Die Basalmembran enthält Röhrchen, welche sie quer oder schräg durchsetzen und eine Verbindung der auf beiden Seiten der Membran liegenden Gewebsteile darzustellen scheinen. Diese Röhrchen hat wohl zuerst RINDFLEISCH (Lehrb. d. pathol. Gewebel., Leipzig 1867/69, p. 294) in der krupösen Trachealschleimhaut gesehen. Dann erwähnen sie KLEIN und SMITH *80* und für die Nasenschleimhaut SCHIEFFERDECKER *96a*, derselbe auch im Larynx und in der Trachea. Ob die Röhrchen mit den von EBERTH und KÖLLIKER schon früher in dem Grenzsaum der Darmzotten beschriebenen Lücken gleich sind, läßt HEYMANN unentschieden.

Die Ansicht von DEBOVE *74*, daß die Basalmembran eine endotheliale Bildung sei, ist durch die Nachuntersuchung von TOURNEUX und HERMANN *76* widerlegt. Nach v. DAVIDOFF *87* entsteht die Basalmembran aus aneinandergelagerten fadenförmigen basalen Ausläufern der Epithelzellen, eine ähnliche Ansicht wird auch von A. SCHNITZLER *93* vertreten.

Demgegenüber faßt HEYMANN die Basalmembran des Kehlkopfes und der Luftröhre als eine mehr selbständige Bildung auf. Gegen Färbungen verhält sich die Basalmembran, wie das Bindegewebe, elastische Fasern, welche dicht bis an sie heranreichen, treten nicht in sie ein. / (P. HEYMANN *98*.)

/ Soweit an der Schleimhaut keine stärkere Infiltration mit Leukocyten sich findet, ist unter dem flimmernden Zylinderepithel eine bis 9 μ dicke, anscheinend strukturlose, jedoch mit dem unterliegenden Bindegewebe fest zusammenhängende Basalmembran, wie sie auch in der Luftröhre vorkommt. Wo Pflasterepithel vorkommt, so im Bereich des Stimmbandes, fehlt die Basalmembran. / (v. EBNER *99*.)

/ Die Basalmembran des Kehlkopfs und der Luftröhre entsteht durch die Verdichtung der bindegewebigen Fasern des subepithelialen Gewebes. / (SZYMONOWICZ *01*.)

/Nach MERKEL wechselt die Dicke der Basalhaut beim Menschen in einem und demselben Kehlkopf und in verschiedenen Kehlköpfen. Bei Neugeborenen und im frühen Kindesalter fand sie MERKEL ebensowenig wie KANTHACK. Sie findet sich im Gegensatz zur Angabe der meisten Autoren nicht nur im Bereich des flimmernden Zylinderepithels, sondern auch an Stellen des geschichteten Pflasterepithels./ (MERKEL *02.*)

/**Tela submucosa.** „Da die gesamte Tela submucosa des Kehlkopfs reich an elastischem Gewebe ist, so wurde sie von LAUTH, TORTUAL, LUSCHKA u. a. in ihrer Gesamtheit als Membrana elastica laryngis bezeichnet. Der Conus elasticus ist der untere Abschnitt dieser M. elastica: der obere, von der Plica aryepiglottica und vom Taschenband eingefaßte Teil heißt die Membrana quadrangularis.“/ (HIS *95.*)

Bänder des menschlichen Kehlkopfs.

/Von jeher hat man im Bereiche des Kehlkopfs den Reichtum an elastischen Fasern hervorgehoben und hat, da man glaubte, einen kontinuierlichen Überzug vor sich zu haben, der gesamten Tela submucosa den Namen Membrana laryngis elastica gegeben.

Da an einigen Stellen des Kehlkopfs die elastischen Fasern bandartige Stränge bilden, die schon makroskopisch deutlich hervortreten, hat man diese als Ligamente aufgefaßt und sie als die inneren Bänder des Kehlkopfs bezeichnet. Es sind dies der Conus elasticus, das Lig. vocale und Lig. ventriculare.

HENLE (Lehrb. der Anatomie) äußert sich darüber in folgender Weise: „Wo die elastische Faserschicht verdickt ist, bleibt sie nach Entfernung der Schleimhaut oder der Schichten, die sie äußerlich bedecken, in Form besonderer Haftbänder zurück. Die Verdickungsschichten setzen sich an bestimmten Stellen mit dem Perichondrium der Kehlkopfknorpel in Verbindung, und solche Stellen können als Ursprungsstätten der Haftbänder betrachtet werden. Doch ist dabei nicht zu übersehen, daß diese Bänder mit den elastischen Elementen des gesamten Schleimhauttraktus ein Continuum bilden, daß deshalb ihre Begrenzungen nicht scharf und nur einigermaßen willkürlich bestimmbar sind.“/ (FRIEDRICH *96.*)

/„Das Lig. crico-thyroideum [medium] ist im Grunde kein unabhängiges Band, sondern der vordere Rand jenes Gebildes, das manche Anatomen als Conus elasticus bezeichnet haben. Deshalb verlieren sich auch bei der Präparation von vornher dessen Seitenränder nach der Tiefe hin ohne nachweisbare Grenzen. Den Gesamtkonus bringt man zur Anschauung, wenn man nach Wegnahme eines Teiles der Schildknorpelplatte von der Seite her die Mm. crico-arytaenoideus lateralis, thyreo-arytaenoideus und vocalis entfernt. Er erscheint dann als schräg abgedachte, gelbliche Membran, welche hinten mit der Cart. arytaenoidea, vorn mit der Cart. thyreoidea und nach abwärts durchweg mit der Cart. cricoidea zusammenhängt. Den oberen Rand des Conus bildet das Lig. vocale.“ (HIS *95.*)

/LAUTH beschreibt die elastischen Bänder des Kehlkopfs makroskopisch./ (LAUTH *35.*)

/Über die elastische Kehlkopfhaut und deren Bänder beim Menschen vergl. auch TOURTUAL *46*, p. 94 ff., welcher eine eingehende makroskopische Schilderung davon gibt./ (TOURTUAL *46.*)

/Elastische Elemente machen die Hauptmasse vieler Bänder aus und sind auch in der Schleimhaut selbst sehr stark vertreten./ (RHEINER *52b.*)

/ Die Bänder des Kehlkopfs zeichnen sich durch den großen Reichtum an elastischem Gewebe aus. Die Ligamenta crico-thyreoideum medium und thyreo-arytaenoidea inferiora werden so zu vorwiegend elastischen gelben Bändern, während andere, wie die thyreo-arytaenoidea superiora, hyo- und thyreo-epiglottica, die Membrana hyo-thyreoidea wenigstens durch großen Reichtum an solchen Elementen sich auszeichnen. Die elastischen Fasern sind fein (in der Regel nicht über 0,001''') und vereinigen sich zu einem sehr dichten elastischen Netzwerk, das jedoch überall Bindegewebe beigemengt enthält. / (KÖLLIKER *50/54*.)

/ Die Bänder des menschlichen Kehlkopfs sind reich an elastischen Fasern oder sind auch fast nur aus solchen zusammengesetzt und haben alsdann eine hellgelbe Farbe. Die an elastischen Fasern reiche, aus Bindegewebe gebildete Schleimhaut besitzt keine Papillen. / (LEYDIG *57*.)

/ Die elastischen Fasern der Kehlkopfbänder sind kaum über 2,2 μ dick. / (KÖLLIKER *67*.)

/ Die Kehlkopfbänder des Menschen werden von LUSCHKA als elastische Bänder bezeichnet. / (V. LUSCHKA *71*.)

/ Die Bänder des Kehlkopfs enthalten vorwiegend elastisches Gewebe, weniger Bindegewebsfasern und im kindlichen Alter besonders reichlich spindelförmige Zellen. In der Nähe ihrer Ansatzpunkte an den Knorpeln schließen sie meist auch Knorpelkörperchen in sich ein, welche gegen den Ansatzpunkt zu immer dichter werden und schließlich in wirklichen Knorpel übergehen.

Gelenkkapseln: Die Oberflächen des Crico-arytaenoideal**gelenkes** sind hyalin und zeigen nur eine dichtere Anordnung der etwas kleineren Knorpelzellen, die mit ihrer Längsachse zur Gelenksfläche parallel liegen. Die dem Ringknorpel angehörige Gelenksfläche nimmt peripher, d. h. dort, wo sich die Kapsel an sie ansetzt, auch von diesen einige Fasern auf, welche in die Gelenksfläche ausstrahlen, sich aber gegen das Zentrum derselben bald verlieren. Die Kapsel selbst enthält andererseits neben ihren Ansatzpunkten Knorpelkörperchen, die sich vom Knorpel aus in sie fortsetzen. Ein sich ins Gelenk von hinten und außen eindrängendes Zwischenstück besteht meist aus festem, straffem Fasergewebe, welches spärliche große Knorpelzellen enthält, ist aber nicht, wie die übrige Innenfläche der Gelenkkapsel, mit Epithel überzogen.

Die Kapsel der Articulatio crico-thyreoidea besteht vorwiegend aus Bindegewebe, welches sich auf die Gelenkfläche des Ringknorpels fortsetzt und diese der ganzen Breite nach durchsetzt; das Kapselgewebe selbst ist von Knorpelzellen ganz durchsät. Auch die Verstärkungsbänder dieses Gelenks erscheinen verhältnismäßig arm an elastischem Gewebe. / (VERSON *71*.)

/ Die meisten der Bänder des menschlichen Kehlkopfs gehören dem elastischen Gewebe an, was sie schon dem bloßen Auge durch ihre gelbe Farbe verraten, und selbst die bindegewebigen Bänder des Kehlkopfs zeichnen sich durch einen ungewöhnlichen Reichtum an interstitiellen elastischen Fasern aus. / (HENLE *73*.)

/ Unter den Bändern des Kehlkopfs werden die Lig. thyreo-arytaenoidea inferiora und crico-thyreoideum medium vorzugsweise von feineren elastischen Fasern gebildet, die netzförmig angeordnet sind, mit zwischengelagerten Bindegewebsbündeln; in den übrigen tritt das elastische Gewebe mehr zurück. Das gelbliche Knötchen am vorderen Ende der Lig. thyreo-arytaenoidea inferiora besteht aus dicht verfilzten, feinen elastischen Fasernetzen. / (W. KRAUSE *76*.)

1. Conus elasticus.

/ Unter dem Namen Conus elasticus faßt man die Bänder zusammen, welche sich zwischen Ring-, Schild- und Aryknorpel ausdehnen. Das Lig. cricothyreoideum stellt nur einen integrierenden Bestandteil dieser Bandmassen dar. Im Conus elasticus verbinden starke parallele Züge von außerordentlich dicken elastischen Fasern die beiden aufsteigenden freien Ränder des Ringknorpels und bilden damit in der Hauptsache frontal gerichtete Randzüge. Zwischen sie eingelagert finden sich außerdem noch vertikale Bündel, so daß das Ganze ein starkes Band darstellt, das dem Lig. crico-thyreoideum entspricht. Dadurch, daß in dem Lig. crico-thyreoideum die vertikalen Faserbündel mehr und mehr in Wegfall kommen, oder besser gesagt, sich hinter die frontal gerichteten Fasern anordnen, erhalten wir den Übergang in das Lig. crico-thyreo-arytaenoideum (KRAUSE) mit seinen ausschließlich parallelen, nach vorn etwas aufsteigenden Faserzügen. Wie sich im Lig. crico-thyreoideum (medium) reichlich vertikale Fasern eingelagert finden, so finden sich auch hinter dem Ligamente gelegene vertikale, zu Bündeln angeordnete Fasern, die anfangs mit dem vor ihnen befindlichen Ligamente eng verschmolzen sind, um später, indem sie in den inneren Schildknorpelwinkel zu liegen kommen, eine selbständige Bildung abzugeben. Zwischen diesen vertikalen Fasern sind Drüsen eingelagert, die strangartig zwischen den Fasern angeordnet sind. Seitlich stehen diese elastischen Faserzüge in direkter Verbindung mit dem submukösen elastischen Gewebe der Schleimhaut, der sogenannten Membrana laryngis elastica, die an ihnen gewissermaßen ihre Insertion findet. Das Lig. vocale bildet den Abschluß des Conus elasticus nach oben. Die Schleimhaut folgt nicht der Krümmung des Conus elasticus, sondern zieht vom unteren Ringknorpelrande direkt nach oben zum Lig. vocale, an dessen unterem Rande sie mit den elastischen Fasern des Conus elasticus unter spitzem Winkel zusammenstößt. Durch dieses Verhalten der Schleimhaut entsteht ein sowohl an Frontal- wie an Horizontalschnitten etwa dreiseitig erscheinender Raum, dessen Begrenzung nach oben und außen durch den Conus elasticus, nach unten und außen durch den Ringknorpel, nach innen durch die Schleimhaut gebildet wird. Dieser subglottische Raum (der schon von HENLE erwähnt wurde) besteht vorwiegend aus lockerem Bindegewebe, in das reichliche Gefäße eingelagert sind. / (FRIEDRICH *96*.)

2. Labium vocale, Stimmlippe.

Zur Rechtfertigung der obigen Benennung, deren Einführung an Stelle des früher gebrauchten Wortes „Stimmband" (das künftig für das elastische Band ohne Schleimhautüberzug vorbehalten bleibt) selbst in Laienkreisen ein gewisses Aufsehen erregte, schalte ich einige die Nomenklatur betreffende Ausführungen ein. Indem ich auf die Auseinandersetzungen von FRÄNKEL *89 b*, KANTHACK *89 c*, FRÄNKEL *89 c*, P. HEYMANN *90*, und FRÄNKEL *94 a* verweise, gebe ich im folgenden die Erläuterungen von HIS *95* wieder, in welchen derselbe die Gründe darlegt, welche die Nomenklaturkommission der Anatomischen Gesellschaft zur Annahme des obigen und einiger weiterer Namen veranlaßte.

/ „In einem der Anatomie des Stimmbandes gewidmeten Aufsatze erörtert B. FRÄNKRL (Archiv für Laryngologie I, p. 1) die historische Umbildung der auf Stimmritze und Stimmbänder bezüglichen Namen. Den Namen Glottis hat GALEN geschaffen und für ein körperliches

Gebilde gebraucht, das er mit den Zungen eines Musikinstrumentes verglicht. VESAL und FABRICIUS AB AQUAPENDENTE bezeichneten mit demselben Namen abwechselnd die Stimmritze und die sie umfassenden Lippen. Die feste Einbürgerung der Worte Glottis für Stimmritze und Ligamenta glottis für Stimmbänder führt sich auf MORGAGNI (1718) zurück, der Gebrauch des Ausdruckes Chorda vocalis auf FERRIER (1744). Das Wort Stimmband Lig. vocale scheint erst in diesem Jahrhundert aufgekommen zu sein, es findet sich zuerst bei LISCOVIUS (1814). Beachtenswert erscheint auch die Definition, welche LUSCHKA in seiner Monographie über den Kehlkopf (Tübingen 1871, p. 48) für das Wort Glottis gibt: „Indem die beiden Stimmbänder zusammen das für die Tonerzeugung nötige Zungenwerk (Glottis) . . . darstellen, kann die zwischen ihnen befindliche Spalte selbstverständlich nicht Glottis heißen, sondern muß notwendig von dieser als Rima glottidis unterschieden werden."

Nachdem LAUTH (1835) die elastische Haut des Kehlkopfes und als deren Bestandteile die elastischen Lig. thyreo-arytaenoidea nachgewiesen hatte, trat im Wortgebrauch ein gewisser Konflikt ein, indem einige Autoren unter den Chordae vocales oder Lig. vocalia nur die elastischen Lig. thyreo-arytaenoidea verstanden, andere dagegen, und unter diesen besonders die Laryngologen, mit dem Worte Stimmband die gesamte, die Glottis umfassende Lippe bezeichnen. FRÄNKEL, der auf diesen Widerspruch aufmerksam macht, bemerkt zwar, daß es vielleicht besser gewesen wäre, für das Gesamtgebilde einen eigenen Namen zu haben, wehrt sich aber weiterhin sehr entschieden und unter Ablehnung der Ansprüche der Anatomen, für die Ausdehnung des Wortes Stimmband auf den ganzen Stimmkörper.

Eine einheitliche und vereinfachte Namengebung auf diesem Gebiete ist unerläßlich, und auch die alten Bezeichnungen von Glottis vera und Glottis spuria, sowie die schwerfälligen Bezeichnungen von Ligg. thyreo-arytaenoidea superiora und inferiora u. a. m. dürfen bei dem Anlasse unbedenklich über Bord geworfen werden. Die von der Kommission angenommenen Namen sind:

Labium vocale für den prismatischen Gesamtkörper,
Plica vocalis für die Schleimhautfalte,
Lig. vocale für das elastische Band,
M. vocalis für den in der Stimmlippe gelegenen Muskel,
Glottis für den Stimmapparat und
Rima glottidis für die Stimmritze.

Letztere beiden Worte werden also im ähnlichen Sinne unterschieden, wie Os der Mund und Rima oris die Mundspalte.

Für die unechten Stimmbänder der älteren Anatomen pflegen die Ärzte das bequemere Wort „Taschenband" zu gebrauchen, bei dessen Annahme haben wir:

Plica ventricularis, Taschenfalte,
Lig. ventriculare, Taschenband,
M. ventricularis, Taschenfaltenmuskel;

die von den beiden Taschenfalten eingefaßte Spalte, die Glottis spuria der älteren Anatomen heißt, da sie den Ausgang des Vestibulums bildet,

Rima vestibuli.

Von den früheren Mm. thyreo-arytaenoidei der Autoren heißen somit jetzt:

der M. thyreo-arytaenoideus internus, M. vocalis
der M. thyreo-arytaenoideus externus (HENLE), M. thyreo-arytaenoideus

der M. thyreo-aryepiglotticus (HENLE) oder M. thyreo-arytaenoideus superior medialis (KRAUSE) } M. ventricularis.

Macula flava soll die Stelle eines am vorderen Ende des Lig. vocale, in letzterem gelegenen elastischen Knötchens bezeichnen, das, durch die Schleimhaut durchschimmernd, der letzteren eine gelbliche Färbung verleiht. Das Knötchen besteht aus einer Anhäufung von elastischem Gewebe, welches LUSCHKA und FRÄNKEL für Faserknorpel hielten. Mit dieser Macula flava ist die in unserem Verzeichnis unbenannt gebliebene Macula lutea nicht zu verwechseln, welchen Namen B. FRÄNKEL (Archiv für Laryngologie 1894, Bd. I, p. 14) dem am hinteren Ende des Lig. vocale ebenfalls durch die Schleimhaut durchschimmernden Netzknorpel beilegt, der das vordere Ende des Proc. vocalis cart. arytaenoideae überdeckt (Kr.)." / (HIS *95.*)

Damit, daß nun durch diese Vorschläge die Namen „Stimmlippe", „Taschenfalte" etc. festgestellt waren, blieb immerhin noch übrig, genauer die Grenzen der Organe festzustellen, welche unter diesen Bezeichnungen verstanden werden sollen. Ich möchte daher zunächst kurz eingehen auf die **Abgrenzung und Topographie der Stimmlippe** des Menschen:

/ P. HEYMANN schlägt vor, vom rein topographischen Standpunkt aus, die untere Grenze des wahren Stimmbandes da anzunehmen, wo die Schleimhaut des unteren Kehlkopfraumes von der vertikalen Linie in die schräge nach innen ziehende Richtung überzugehen beginnt. Das entspräche also dem unteren Rande des M. thyreo-arytaenoideus int. Als seitliche Begrenzung schlägt HEYMANN vor, entweder die Stelle, wo die horizontal laufende Oberfläche des wahren Stimmbandes diese Horizontale verläßt, um, sich nach oben wendend, die äußere Begrenzungsfläche des Sinus Morgagni zu bilden; oder nach der konsequenten Ausführung von CRUVEILHIER die horizontale Oberfläche bis an den Schildknorpel zu verlängern und die ganze unterhalb dieser Linie gelegene Gewebspartie als wahres Stimmband zu bezeichnen. Wenn wir konsequenterweise dann zum oberen Stimmband die Bedachung des Sinus hinzurechnen, so würde bei einfacher Gestaltung des Sinus derselbe eine obere Fläche — Taschenband —, eine untere Begrenzung — wahres Stimmband — und eine nach außen gerichtete Fläche haben. Daneben wären die Ausstülpungen des Sinus Morgagni als solche für sich zu betrachten. Das gibt dann die Möglichkeit, sich nun auch über die einzelnen Stellen im Sinus Morgagni vollständig zu orientieren. / (P. HEYMANN *90.*)

/ Beim Neugeborenen gibt es wohlgezeichnete Grenzen des wahren Stimmbandes, wir können uns halten 1. an den Grenzen des Pflasterepithels, was wir beim Erwachsenen nicht können; 2. auf Frontalschnitten sehen wir sowohl oben, auf der ventrikulären, als auch unten, auf der subglottischen Fläche eine kleine Falte sich erheben, die ganz genau die Grenzen kennzeichnet. / (KANTHACK *90.*)

/ B. FRÄNKEL, der Serienschnitte durch menschliche Kehlköpfe (Entfernung der Knorpel am gehärteten Präparat) untersuchte, folgt v. BRUNS und VIRCHOW, indem er den ganzen Processus vocalis dem Stimmbande zurechnet.

Betreffend die laterale Grenze, rechnet B. FRÄNKEL zum Stimmband nur das, was die seitliche Kehlkopfwand medianwärts überragt. Die seitliche Kehlkopfwand bemerken wir aber unterhalb des Stimmbandes, wo sie allmählich in die Trachealwand übergeht, und oberhalb des Stimmbandes, wo sie die äußere Wand des Morgagnischen Ventrikels ausmacht.

Was über eine durch diese beiden Flächen hindurchgelegte Ebene medianwärts vorspringt, ist das Stimmband. Vom rein anatomischen Standpunkt aus hat diese Abgrenzung etwas willkürliches an sich. Das Plattenepithel reicht normalerweise an der oberen Fläche des Stimmbandes nicht bis zur äußeren Ventrikelwand. Auch entspricht die Grenze nicht genau dem Musculus thyreo-arytaenoideus internus, greift vielmehr darüber hinaus in den externus hinein.

Der hintere Abschnitt des Stimmbandes (Pars ad Processum) zerfällt in zwei Unterabteilungen, diejenige des Netzknorpels (Pars ad Processum elasticum) und diejenige des hyalinen Knorpels (Pars ad Processum hyalinum). / (B. FRÄNKEL *94a*.)

/ Über den Vorschlag FRÄNKELS äußert sich MERKEL folgendermaßen: FRÄNKEL *94a* kommt zum Schluß, daß man unter Stimmband das zu verstehen habe, was über eine Linie vorspringt, welche die Fläche der Trachea mit der Wand des Morgagnischen Ventrikels verbindet. MERKEL sagt darüber: „Es ist erfreulich, daß FRÄNKEL auch durch eine weitläufige literarische Untersuchung zu demselben Resultate kommt, welches in praxi längst festgestellt ist.“ / (F. MERKEL *94*.)

/ „Die Ligg. vocalia nehmen ihren Ursprung vom inneren Winkel des Schildknorpels, etwa im mittleren Drittel der Höhe des Knorpels, und inserieren, indem sie zueinander einen nach hinten offenen Winkel bilden, an den Processus vocales des Aryknorpels. Sie stellen einen Teil des Labium vocale dar und erhalten nach außen durch den M. vocalis einen Abschluß, während sie nach unten in den Conus elasticus übergehen.“ / (FRIEDRICH *96*.)

/ REINKE betont, daß das menschliche Stimmband zwei morphologisch recht verschiedene Abschnitte zeigt. Der eine, lateral gelegene, bildet die Basis des Stimmbandkörpers, während der zweite, medialwärts gelegene, einen zungenförmigen Fortsatz dieses Körpers darstellt. Die „Basis“ ist mehr oder minder konstant in ihrer Form, während der „zungenförmige Fortsatz“, sehr viel beweglicher, seine Gestalt fortwährend ändert, nicht nur bei der physiologischen Tätigkeit des Organs, sondern auch in seinen verschiedenen Entwicklungsphasen, besonders aber zeigt er sich in seinem feinen morphologischen Aufbau gänzlich verschieden von der Basis. Beide Teile werden durch zwei Grenzlinien getrennt. Die untere, schärfer ausgeprägte Grenzlinie verläuft in einem nach oben konkaven Bogen von der Spitze des Aryknorpels bis zum Thyreoidknorpel. Auf der medialen Seite des Aryknorpels beginnt sie zunächst in steiler Kurve nach vorn und unten, kreuzt den Processus vocalis, geht dann mehr in horizontaler Richtung, aber mit nach oben konkaver Krümmung nach vorn. Vielleicht ist sie im wesentlichen identisch mit einer Schleimhautfalte, die F. MERKEL in seinem Handbuch der topographischen Anatomie, Bd. II, p. 82, 1893 beschrieben und abgebildet hat. REINKE schlägt für diese Linie den Namen „Linea arcuata inferior“ vor. An der oberen Fläche des Stimmbandkörpers findet sich eine ähnliche Linie, aber nicht so stark bogenförmig: „Linea arcuata superior“.

In dem Raum zwischen beiden Linien (siehe Fig. 251) ist keine eigentliche Submucosa vorhanden, es findet sich nur eine geringe Menge feinfädigen Bindegewebes zwischen dem Epithel und dem elastischen Band. Unter dem Epithel finden sich zahlreiche leistenartige Erhebungen. Die beiden Linien (im Schnitt: Punkte) stellen die Anheftungspunkte des Musculus thyreo-arytaenoideus internus dar. Endpunkte der Submucosa und Grenzpunkte des Pflaster- und Flimmerepithels. Jenseits dieser

beiden Anheftungsstellen beginnt auf dem Schnitt die Submucosa keilförmig mit den in ihr zahlreich vorhandenen Drüsen. Die Ausführgänge der am medialsten gelegenen Drüsen liegen regelmäßig im Bereich der Anheftungsstelle, also in den Linien Fig. 251 *x* und *y*, ja bei *x* münden sie öfter darüber hinaus noch weiter nach oben.

Das Pflasterepithel scheint bei *y* scharf mit der Anheftungsstelle des Muskels abzuschließen, ebenso bei *x*, doch geht hier, da die Anheftungsstelle meist breiter erscheint als bei *y*, das Pflasterepithel auch etwas tiefer herab.

Diese Linien ließen sich besonders scharf durch Injektion (Schaffung eines künstlichen Ödems im medialen Teil des Stimmbandes) darstellen.

Hinten geht die Linea arcuata inferior bedeutend weiter als die Linea arcuata superior, es fehlt in ihrer ganzen Länge und Breite eine eigentliche Submucosa, wenn auch Drüsenausführgänge in ihr verlaufen. Die Linie ist ja die Anheftungsstelle des Muskels durch das elastische Band an das Epithel. Die Fortsetzung dieser Anheftungslinie des Epithels an den Muskel resp. das elastische Band ist am Aryknorpel gegeben durch die feste Anheftung des Epithels, ohne Submucosa, an das Perichondrium dieses Knorpels. Diese Linie ist an Serienschnitten genau verfolgbar. Sie läuft ziemlich steil an der medialen Wand des Aryknorpels in die Höhe. An dieser Anheftungsstelle trägt die Schleimhaut des Aryknorpels Pflasterepithel./ (REINKE *95*.)

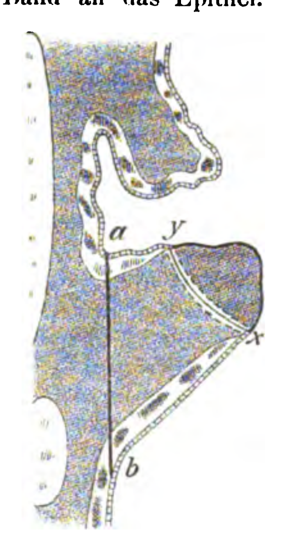


Fig. 251. **Frontaler Durchschnitt eines menschlichen Stimmbandkörpers mit künstlichem Ödem.** *a—b* laterale Grenze des Stimmbandes, *y* Durchschnitt der Linea arcuata superior, *x* Durchschnitt der Linea arcuata inferior. Beide Punkte sind die Anheftungspunkte des Musculus thyreo-arytaenoideus internus. Endpunkte der Submucosa und Grenzpunkte des Pflaster- und Flimmerepithels. Die gebogene Linie zwischen *x* und *y* stellt das elastische Band vor. (Nach REINKE *95*.)

/ Betreffend die in REINKEs früherer Mitteilung erwähnte Linea arcuata inferior sei auch auf die neueren Abbildungen von REINKE *08* verwiesen, in welchen diese Linie sehr deutlich zu sehen ist. / (REINKE *98*.)

/ MERKEL gibt (p. 54) eine klare, die Nomenklatur (Stimmband und Stimmlippe) betreffende Auseinandersetzung, in welcher die Nomina der Nomenklaturkommission in folgender Weise präzis gedeutet werden:

Glottis bedeutet den Stimmapparat, d. h. die Stimmlippen und die zwischen ihnen befindliche Spalte.

Rima glottidis ist die Spalte allein, also die Stimmritze.

Labium vocale, die Stimmlippe, ist der prismatische, aus der Ebene der Kehlkopfwand vortretende Körper.

Plica vocalis ist die Schleimhautfalte, welche diesen Körper überzieht.

Ligamentum vocale ist das elastische Band in der Stimmlippe, welches jetzt sehr wohl den deutschen Namen Stimmband führen könnte, wenn man davon nur die Bezeichnung „Stimmlippe“ scharf trennt.

Eine Bezeichnung des bisherigen falschen Stimmbandes, welche dem Ausdruck „Stimmlippe“ analog wäre, ist bedauerlicherweise nicht

vereinbart worden. Labium ventriculare wird man in der Nomenklatur vermissen.

Plica ventricularis ist daher sowohl für die überziehende Schleimhautfalte wie für deren ganzen Inhalt zu gebrauchen.

Ligamentum ventriculare, Taschenband, ist zu beschränken auf das in der Taschenfalte liegende elastische Band.

Rima vestibuli ist ganz neu hinzugekommen, sie ist die von den beiden Taschenfalten eingefaßte Spalte. / (MERKEL *02.*)

/ Der Ausdruck „Stimmlippe" kennzeichnet, wie KATZENSTEIN zur Nomenklaturfrage beiträgt, das Organ nur in Beziehung auf seine Funktion. und nach der bei jeder Lautgebung verschiedenen funktionellen Beanspruchung wechselt der jeweilig als Stimmlippe, d. h. Zungenpfeife wirksame Teil des fibrös-elastischen Ligamentum thyreo-arytaenoideum und des M. thyreo-arytaenoideus internus. / (KATZENSTEIN *03.*)

Feinerer Bau der Stimmlippe, besonders des Stimmbandes: / Die elastischen Fasern des Stimmbandes wurden von LAUTH im Jahre 1835 entdeckt. / (REINKE *98.*)

/ Die elastischen Fasern, welche das Stimmband selbst ausmachen, kann man nach oben und unten als die Membrana elastica verfolgen, und sieht auch, wie die Ausläufer desselben die Drüsengruppen umgeben. / (KANTHACK *89a.*)

/ Zwischen Epithel und den fibrös-elastischen Fasern findet sich am ganzen Stimmbande zuweilen, jedoch durchaus nicht immer, eine hyaline Grenzschicht. Es fehlt aber an der Pars libera eine eigentliche Mucosa. Doch sind dicht unter dem Epithel die dichten elastischen Fibrillen weniger zahlreich vorhanden und die fibrösen machen die erhebliche Mehrheit aus. Dagegen finden sich unter dem Epithel zahlreiche, meist in der Richtung des Stimmbandes verlaufende Blutgefäße. Die weiße Farbe der Stimmbänder rührt von der mangelnden Durchlässigkeit der Epithelien für Licht her. An der Pars sesamoidea und der ad Processum ist eine zwar dünne, aber deutliche Mucosa (im Gegensatz zu der Pars libera) vorhanden. / (B. FRÄNKEL *94a.*)

/ Betreffend das Verhalten der elastischen Fasern im freien Teile des Labium vocale stimmt FRIEDRICH mit der Schilderung von HARLESS (Wagners Handwörterbuch der Physiol., Bd. IV, p. 577, 1853) überein. In ganz regelmäßiger Weise begegnet man unter dem Epithel, direkt unter der subepithelialen Faserschicht (die durch einen Faserzug stärkerer elastischer Fasern gebildet wird), parallelen sagittal gerichteten Faserzügen, die parallel dem freien Stimmbandrande verlaufen. Die Fasern zeigen keine Neigung zu Anastomosenbildungen. Am stärksten und dichtesten sind die Fasern in den beiden unteren Dritteln des Labium vocale. Im unteren Teil der Stimmlippe geht das elastische Gewebe bis dicht an das Epithel heran. — Lateral von der Schicht paralleler, sagittal gestellter, elastischer Fasern findet sich eine Übergangsschicht, in der neben den sagittalen auch schräg und frontal verlaufende Fasern auftreten, endlich tritt an der Grenze zwischen Ligament und M. vocalis ein regelloses Netzwerk auf, das, aus äußerst feinen elastischen Fasern gebildet, die dem Ligament gleichgerichteten Fasern des Muskels umgibt. — Im hinteren Anteil bildet das Lig. vocale nicht mehr das einheitliche Ganze, den kompakten Strang, den es im Anfange darstellte, sondern es löst sich in einzelne Bündel auf, die verschiedenen Ansatzstellen zustreben, welche FRIEDRICH zum Teil nach RHEINER und VERSON eingehend beschreibt und unter denen der Proc. vocalis des Aryknorpels

die wichtigste ist. Außerdem wird noch eine solche an der Linea arcuata und ein Verbindungsband zum Lig. ventriculare unterschieden. (FRIEDRICH *96.*)

/ Durch die beweiskräftigen Arbeiten von J. WOLFF und ROUX ist zur Genüge im Prinzip der Nachweis erbracht, daß die Struktur bindegewebiger Organe von der Funktion abhängig ist. REINKE unternahm es, die funktionelle Struktur des elastischen Gewebes in der menschlichen Stimmlippe nachzuweisen und damit die Reihe der Organe mit typisch funktioneller Struktur des Bindegewebes zu vermehren. Die funktionelle Struktur der menschlichen Stimmlippe findet ihren Ausdruck in folgenden morphologischen Verhältnissen. Die elastischen Fasern des Lig. vocale sind, entsprechend der konstanten Richtung des Zuges und senkrecht zur konstanten Richtung des Druckes, stark ausgebildet, während die zu diesen beiden Richtungen schräg verlaufenden Anastomosen fast ganz atrophisch geblieben sind. Es verlaufen also nicht, wie die Autoren (C. L. MERKEL) angeben, die elastischen Fasern des Lig. vocale einfach und im Gegensatz zu den sonst bekannten elastischen Fasern ohne Anastomosen, vielmehr zeigen die Fasern auch hier Anastomosen, allein diese sind so fein und die Hauptfasern sind so außerordentlich dick, daß die feinen anastomotischen Fäserchen dagegen gar nicht ins Auge fallen. Die Propria der Schleimhaut trägt anstatt Papillen Leisten (B. FRÄNKEL und BENDA, siehe unten), die in der Richtung des konstanten Zuges sich ausgebildet haben. Die elastischen Fasern, sowie die Gefäße der Propria verlaufen parallel der Richtung der Leisten ebenfalls der konstanten Zugrichtung entsprechend. Dort, wo am hinteren Teil der Plica vocalis eine Stelle sich findet, die in sehr verschiedenen Richtungen dem Zuge ausgesetzt ist, ist die Propria zu Papillen mit senkrecht zu ihrer Achse verlaufenden elastischen Fasern erhoben. Das Territorium des Pflasterepithels der Stimmlippe entspricht im ganzen dem Ort der größten Dehnung und Verschiebung der tieferen Teile. Die Grenzen des künstlichen Ödems entsprechen topographisch der Übergangsstelle der funktionell umgeänderten Struktur in die typische Formation. (REINKE *98.*)

/ „Das Gewebe des Stimmbandes besteht vorwiegend aus ziemlich feinen, elastischen Fasern, die großenteils aus den Processus vocales und den angrenzenden medialen Teilen der Gießbeckenknorpel nach dem mittleren Teile des Schildknorpels in sagittaler Richtung ziehen, die aber auch direkt mit den elastischen Fäserchen zusammenhängen, welche zwischen den Fasern und Bündeln des Stimmbandmuskels (M. vocalis, thyreo-arytaenoideus internus) verlaufen."

Die zahlreichen Lücken und Spalten zwischen den elastischen Fasernetzen des Stimmbandes können als Anfänge des Lymphgefäßsystems betrachtet werden. / (V. EBNER *99.*)

Processus vocalis anterior (Macula flava). Der vorn in das Stimmband eingelagerte Sesamknorpel wurde zuerst von C. MAYER *20* (p. 194) und später von GERHARDT *60* beschrieben.

Seine knorpelige Natur wurde von HENLE, VERSON, W. KRAUSE, P. GRÜTZNER und RHEINER bestritten. LUSCHKAS Angabe, daß der aus derb verfilzten elastischen Fasern mit zahlreichen Zellen bestehende Sesamknorpel Knorpelzellen enthalte, bestätigt B. FRÄNKEL für die meisten, jedoch nicht alle, Präparate. / (B. FRÄNKEL *94a.*)

/ Der vordere Ansatz der Stimmbänder erfolgt an einem Wulste, der in dem Winkel liegt, der durch die Aneinanderlagerung der beiden

Platten des Schildknorpels gebildet wird. Die faserknorpelige Natur dieses Wulstes ist jetzt anerkannt, während GERHARDT *60* ihn als aus hyaliner Substanz bestehend ansah. LUSCHKA *71* beschreibt dies und FRÄNKEL *94a* bezeichnet das Gewebe als ein eigentümliches, straffes, faseriges. Auch von SAPPEY (Traité d'Anatomie) und VERSON *71*, p. 455 wurde der Wulst beschrieben. Während jedoch manche Autoren in demselben netzknorpelige Einlagerungen beschreiben, fassen ihn andere als Verfilzung der elastischen Fasern auf, unter gleichzeitiger Einlagerung von runden und spindelförmigen Zellen (STRICKER). Während LUSCHKA behauptet, stets in diesen von ihm als Cartilagines sesamoideae anteriores bezeichneten Knötchen Knorpelzellen gefunden zu haben und FRÄNKEL *94a* dies „für die meisten Präparate" bestätigt, bestehen diese als Macula flava bezeichneten Stellen nach HIS *95* aus einer Anhäufung von elastischem Gewebe.

FRIEDRICH selbst kommt zu dem Schluß, daß der Wulst am vorderen Stimmbänderansatz aus „Faserknorpel" (siehe unten) besteht. Derselbe setzt sich nicht in das Lig. vocale fort, sondern ist von ihm deutlich durch Lücken getrennt, die dem Durchtritt von Drüsen und Gefäßen dienen. Hier findet eine dichtere Verfilzung starker elastischer Fasern statt, die den Übergang des Lig. vocale in den Faserknorpelwulst vermitteln. Es scheint FRIEDRICH nicht richtig, die Macula flava als aus Netzknorpel bestehend anzusehen, da sich hier nur besonders reichliche in parallelen Zügen angeordnete elastische Fasern mit zahlreichen Rundzellen finden.

(Aus der Beschreibung FRIEDRICHS scheint mir hervorzugehen, daß derselbe nicht, wie dies sonst gebräuchlich ist, unter Faserknorpel den Bindegewebsknorpel versteht, sondern den Faserknorpel dadurch vom Netzknorpel unterscheidet, daß im ersteren die elastischen Fasern in parallelen Zügen angeordnet sind.) / (FRIEDRICH *96*.)

/ Makroskopische Betrachtung zeigt im Kehlkopfe vier Flecke von lebhaft gelber Farbe, welche ihren Sitz an den wahren Stimmbändern und zwar jederseits in der Nähe der hinteren und an den vorderen Enden derselben haben. Die hinteren Flecke sind etwa dort, wo die Spitze des Processus vocalis in das Stimmband hineinragt. GERHARDT bestätigt die Angabe von SÉGOND und RHEINER, daß an diesem Fortsatze der Übergang des elastischen Gewebes der Stimmbänder in den hyalinen Knorpel der Cartilago arytaenoidea durch Netzknorpel vermittelt wird. Also der Processus vocalis sieht gelb aus, weil er aus Netzknorpel besteht und weil derselbe durch die dünne Schleimhaut durchschimmert, sieht man auf dieser einen gelben Fleck. Der zweite kleinere vordere gelbe Fleck entspricht der, wie GERHARDT vorschlägt, als Processus vocalis der Cartilago thyreoidea zu bezeichnenden Befestigungsstelle des Stimmbandes am Schildknorpel. Mikroskopisch zeigt sich hier das gleiche Verhalten, wie RHEINER für den Processus vocalis der Cartilago arytaenoidea geschildert hat. Man findet gegen die Stimmbänder hin nur elastisches Gewebe, dann, indem man sich der Cartilago thyreoidea nähert, zwischen dasselbe einzelne Knorpelzellen eingestreut, welche an Zahl und Größe zunehmen, bis das volle Gepräge des Netzknorpels hergestellt ist, endlich schwinden die faserigen Elemente der Zwischensubstanz mehr und mehr, und es finden sich die großen derben Kapseln der Zellen in hyaline Grundsubstanz eingebettet.

Die von LUSCHKA beschriebene Cartilago sesamoidea fand GERHARDT unter 10 Fällen viermal. / (GERHARDT *60*.)

/ Die elastischen Fasern, welche das wahre Stimmband bilden, erscheinen nur in ihrer vorderen Partie zu einem einzigen Strange zusammengedrängt; nach hinten dagegen teilen sie sich unter spitzem Winkel in mehrere Bündel, deren verschiedene Ansatzpunkte VERSON eingehend beschreibt. Gleich nach dem Austritte vom Schildknorpel verdickt sich das Lig. thyreo-arytaenoideum inf. zu einer rundlichen Anschwellung, welche aus einer dichten Verfilzung elastischer Fasern besteht, eine Verknorpelung hat VERSON an dieser Stelle nie gesehen. (VERSON *71.*)

/ Das gelbe Knötchen am vorderen Ende des eigentlichen Stimmbandes ist kein Netzknorpel, besteht aber auch nicht bloß aus elastischen Fasern, sondern gehört zu den zellenreichsten Geweben des Körpers: die ellipsoidischen Kerne sind nach der Länge des Bandes geordnet. (W. KRAUSE *73.*)

/ Das gelbliche Knötchen der Lig. thyreo-arytaenoidea enthält keine Knorpelzellen, wie LUSCHKA *71* glaubte. / (W. KRAUSE *76.*)

/ Das Stimmband besteht beim neugeborenen Kinde aus einem Prisma von rein elastischem Gewebe. Vorne verliert es sich in der sog. Cart. sesam. ant. Dieselbe besteht, wie W. KRAUSE gezeigt hat, nicht der Aussage LUSCHKAS, GERHARDTS u. a. gemäß, aus fibrösem Knorpel, sondern aus einer Mischung von elastischem und fibrösem Gewebe, das vermengt ist mit zahlreichen Rund- und Spindelzellen. Dieser rundliche Knoten geht schließlich in das derbe rein fibröse Gewebe über, das sich an dem vorderen Winkel befindet; dasselbe trifft auch zu in Bezug auf die Cart. sesam. post. / KANTHACK *90.*)

Verhalten des Lig. vocale zum Musculus thyreo-arytaenoideus (vocalis). / Das Stimmband ist (mit LUSCHKA, gegen LUDWIG u. a.) nicht als Tendo des Musculus thyreo-arytaenoideus anzusehen. Die Fasern dieses Muskels sind nicht in Abschnitten in dem Stimmband inseriert. (KANTHACK *89a.*)

/ Im elastischen Stimmband sind auch beim neugeborenen Kinde keine Muskelfasern inseriert und dieses ist nicht die Tendo des Muskels, wie dies in letzter Zeit noch JACOBSON (M. Schultzes Archiv 1886) hat behaupten wollen / (KANTHACK *90.*)

/ B. FRÄNKEL erkennt den Muskel als das Parenchym des Stimmkörpers und vergleicht mit HARLESS das Ligamentum thyreo-arytaenoideum mit der Fascie desselben. / (B. FRÄNKEL *94a.*)

/ Betreffend die Frage, ob das Lig. vocale als Sehne oder als Fascie des M. vocalis aufzufassen sei, gibt FRIEDRICH, p. 203 ff. eine eingehende Darstellung der einschlägigen Literaturangaben (TOURTUAL, LUDWIG, HENLE, JACOBSON, LUSCHKA, W. KRAUSE, GRÜTZNER, SAPPEY, HARLESS, KANTHACK, STÖRK, SCHRÖTTER, FRÄNKEL).

TOURTUAL, LUDWIG, HENLE, JACOBSON sind der Ansicht, daß sich das Lig. vocale als Sehne gegen die Mm. thyreo-arytaenoidei verhält, indem die Muskelbündel, welche schief gegen den freien Rand treten hier an der elastischen Masse enden. Dagegen leugnen eine freie Endigung der Muskelbündel im Stimmbande: LUSCHKA, W. KRAUSE, GRÜTZNER, SAPPEY, HARLESS, KANTHACK, FRÄNKEL.

FRIEDRICH ist nach seinen eigenen Beobachtungen zwar nicht im stande, das Ligamentum vocale als die Sehne des M. vocalis aufzufassen, doch hebt er die durch die umspinnenden elastischen Fasern erfolgende enge Verbindung zwischen beiden Teilen hervor und betont, daß durch dieselbe und vor allem durch die abbiegenden und eine Strecke weit im

Ligamente verlaufenden Muskelfasern eine ebenso feine Beeinflussung des Labium vocale möglich erscheint, wie man sie sich sonst ausschließlich durch eine Insertion des Muskels am Ligamente erklären zu können glaubte. (FRIEDRICH *96.*)

Epithel des menschlichen Stimmbandes: Von diesem Epithel war oben auf p. 360 ff. und besonders 450 ff. die Rede, dem füge ich bei:

An den Rändern der ary-epiglottischen Falten, in ihrer ganzen Ausdehnung besteht das Epithel aus geschichteten Pflasterzellen, welche sich auch an den einanderzusehenden Flächen der Gießbeckenknorpel bis zum unteren Stimmbande fortsetzen.

Das ungefähr 0,1 mm dicke geschichtete Pflasterepithel des wahren Stimmbandes geht sowohl gegen den Morgagnischen Ventrikel, als die Trachea zu ziemlich plötzlich in das gewöhnliche Flimmerepithel über und hängt andererseits nach hinten, mit dem Pflasterepithel, welches die ary-epiglottischen Falten überzieht, zusammen. Das Pflasterepithel der Stimmbänder ist außerdem von mächtigen Papillen (siehe darüber unten) durchsetzt, welche an ihrer Basis über 0,03 mm breit, in dasselbe 0,05—0,06 mm weit vorragen. (VERSON *71.*)

Drüsen im menschlichen Stimmbande: RHEINER *52b* und LUSCHKA *71* (siehe oben p. 461) erklären das wahre (untere) Stimmband für drüsenfrei.

Solche erwähnen PH. KNOLL (Virch. Arch., Bd. LIV, 1872, p. 389) und COYNE. E. und J. BÖCKEL akzeptieren die Ansicht COYNES. DISSE *75* (p. 511) erwähnt Drüsen dicht über der Glottis vorn und hinten. (B. FRÄNKEL *94a.*)

Dazu ist zu bemerken, daß in der Abbildung COYNES zwar in der Nähe des Stimmbandes Drüsen liegen und münden, daß jedoch der Gipfel m Schnitt des prominenten Teiles der Stimmlippe von Drüsen und deren Mündungen frei bleibt (OPPEL). Auch hebt COYNE *74a* und *74c* im Text hervor, daß man gegen den freien Rand des unteren Stimmbandes keine Drüsen fände (siehe oben p. 462 im Kapitel Drüsen des menschlichen Kehlkopfes).

SOMMERBRODT (Breslauer ärztliche Zeitschr., 1880. No. 1) sagt, daß ihm WALDEYER mitgeteilt habe, es komme in seltenen Fällen vor, daß die in normalerweise in einer gewissen Entfernung unter dem Stimmbandrande wieder auftretenden Drüsen auch mit ein oder zwei Drüsenschläuchen sehr nahe an den freien Rand heranrückten. A. JACOBSON (Arch. f. mikr. Anat., Bd. XXIX, p. 617) bildet auf Horizontalschnitten des Stimmbandes Drüsen neben dem Processus vocalis und auf frontalen solche unterhalb des freien Randes ab.

THEOD. HERYNG (Die Heilbarkeit des Larynxphthise, 1887, p. 14) beschreibt Drüsen am Stimmbandrande in der Gegend des Proc. vocalis. Diese Drüsen erwähnt auch R. HEYMANN *89* (p. 339).

B. FRÄNKEL hat positive Angaben über Drüsen zuerst am 11. Juli 1888 in der Berliner medizinischen Gesellschaft und am 21. Juni 1889 in der Laryngologischen Gesellschaft gemacht.

KANTHACK negiert B. FRÄNKELS *89a* positive Angaben über Drüsen und Papillen.

P. HEYMANN *89* kam gleichzeitig und ohne jede Verbindung mit B. FRÄNKEL zu demselben Resultate wie letzterer.

B. FRÄNKEL hat diesbezügliche Präparate öfters demonstriert (Naturforschervers. in Heidelberg 1889, Verh. p. 568; Internat. Kongr. zu Berlin 1890, Verh. B. 4, Abt. XII, p. 74; Naturforschervers. Halle 1891, Verh. p. 406). (B. FRÄNKEL *94a.*)

/ FRÄNKEL spricht über Drüsen, die in aller Regelmäßigkeit am Stimmbande vorkommen und nicht weit entfernt vom freien Rande sind, ja zuweilen auch in der Region der eigentlich stimmbildenden Membran, der eigentlichen Chorda vocalis, sich finden. An einem von FRÄNKEL demonstrierten Präparat führt ein langer Ausführgang von einer solchen Drüse bis dicht an den freien Rand des Stimmbandes heran. / (B. FRÄNKEL *88*.)

/ Gegen LUSCHKA beschreibt R. HEYMANN im hinteren Abschnitte des Stimmbandes ungefähr über der Spitze des Processus vocalis zwei kleine Drüsen.

In der Zusammenfassung der Resultate sagt R. HEYMANN mildernd: „Auch am Rande der wahren Stimmbänder finden sich über der Spitze des Processus vocalis mitunter einige acinöse Drüsen". / (R. HEYMANN *89*.)

(Vergl. auch die ausführlichere Darstellung P. HEYMANNS *89* im Kapitel: Drüsen des menschlichen Kehlkopfs, oben p. 462.)

/ Gegen FRÄNKEL behauptet KANTHACK, daß die älteren Forscher, namentlich LUSCHKA, vollkommen recht hatten, und daß man im Bereich der Stimmbänder, im wahren anatomischen und klinischen Sinne des Wortes, absolut keine Drüsen findet; und daß irgend ein Teil, der dieselben zeigt, nicht mehr zu den Stimmbändern gehört. / (KANTHACK *89a*.)

/ Auch beim Fötus finden sich Drüsen immer nur außerhalb des Stimmbandes. / (KANTHACK *89b*).

/ B. FRÄNKEL hat die Drüsen nie so nahe dem freien Stimmbandrande gefunden, als dies COYNES Abbildung zeigt. Er glaubt, daß ungefähr 1,8 mm die kürzeste Entfernung ist, um welche eine Drüse oben sich dem freien Rande annähert. Eine relativ erhebliche Anzahl dieser Drüsen reichen bis in den Muskel hinein, so daß ihre unteren Acini von Muskelfibrillen umschlossen sind.

B. FRÄNKKEL sagt zusammenfassend: Wir haben am Stimmbande, resp. der Pars libera desselben eine horizontale Zone, die fast drüsenfrei ist. Dieselbe entspricht dem freien Rande, ist aber relativ schmal, da sie nach unten nur 1—1,5 mm, nach oben 1,8—2,5 mm mißt. Außerhalb dieser Zone werden oben und unten am Stimmband Drüsen angetroffen, aber auch innerhalb derselben findet sich gewöhnlich eine Drüse. Dieselbe sitzt meistens am hinteren Ende der Pars libera, kann aber auch eine andere Stelle einnehmen. / (FRÄNKEL *94a*.)

/ Dieser Angabe FRÄNKELS *94a* fügt MERKEL bei: „Ganz ähnliche Beobachtungen habe ich selbst gemacht, als ich für die Bearbeitung des Halses in meinem Handbuch der topographischen Anatomie Schnitte durch Kehlköpfe anfertigte". / (F. MERKEL *94*.)

Auch BRASS *96* zeichnet (seine Taf., H. 1, Fig. 3a) das wahre Stimmband des Menschen frei von Drüsen.

/ Eine Drüse im Stimmbande des menschlichen Kehlkopfes beschreibt EICHLER. Sie hat 3,5 mm Länge, 1 mm Dicke und einen langen Ausführgang. Sie saß in einer pathologischen Geschwulst. Es kann nach den Abbildungen, welche EICHLER gibt, jedenfalls nicht mit Sicherheit entschieden werden, ob diese Drüse im elastischen Teil des Stimmbandes, also in der eigentlichen Chorda vocalis, ihren Sitz hatte oder ob sie, was wahrscheinlicher ist, nur vermittelst ihres langen Ausführganges bis zur Mündung im Bereich des Pflasterepithels sich erstreckte. Auch hebt EICHLER selbst hervor, daß die Drüse in lockeres Bindegewebe eingebettet saß. / (EICHLER *98*.)

Innerhalb der Portio sesamoidea der Chordae vocales (inferiores) beschreibt CITELLI eine kleine Drüse. (CITELLI *01*.)

Das Schlußwort in der Kontroverse über die vermeintlichen Drüsen des Stimmbandes haben P. HEYMANN und v. EBNER folgendermaßen gesprochen:

Auch das wahre Stimmband zeigt in seinen nach außen gelegenen Partien reichliche Drüsenanhäufungen (Kontroverse von B. FRÄNKEL *88*, *89a*, *89b*, *94a*, KANTHACK *89a*, *89b*, *90*, R. HEYMANN *89* und P. HEYMANN *89*, *90* u. a.). Alle stimmen darin überein, daß das wahre Stimmband im weiteren Sinne Drüsen in größerer Menge führt, daß aber in der Mitte eine gewisse Strecke nach beiden Seiten vom freien Rande aus drüsenfrei ist. Die Kontroverse dreht sich im wesentlichen um den Begriff des wahren Stimmbandes, und je nachdem man diesen Begriff etwas weiter oder enger faßt, nimmt man an, daß sich an dem Stimmbande Drüsen finden oder nicht. An der oberen Fläche der Stimmlippe liegen mehrere Drüsengruppen, deren Ausführgänge etwa an der Grenze des Platten- und Zylinderepithels münden. Wenn die Ausführgänge im Plattenepithel münden, so pflegen sie eine kleine Strecke weit auch Plattenepithelbelag zu zeigen. COYNE *74c* hat die Drüsen ein wenig zu nahe dem freien Rande gezeichnet (B. FRÄNKEL *94a* und P. HEYMANN). Die Drüsengruppen reichen bis weit in den Stimmbandmuskel hinein. (P. HEYMANN *98*.)

NICOLAS gibt einen Frontalschnitt durch die Stimmbänder des Menschen, aus welchem ersichtlich ist, daß die Drüsen erst unterhalb des wahren Stimmbandes münden und im Bereich des letzteren fehlen. (NICOLAS *98*.)

Gänzlich fehlen die Drüsen nur im Bereiche des eigentlichen Stimmbandes, und wenn solche von einigen Autoren auch hier angegeben wurden, so ist dies nur so zu verstehen, daß dieselben mit „Stimmband" die ganze Stimmbandfalte meinten, an deren unterem Abhange ebenso, wie an der dem Grunde der Kehlkopftasche zugewendeten Seite allerdings konstant Drüsen sich finden. (v. EBNER *99*.)

Ich möchte mich der Auffassung v. EBNERS anschließen. Zudem habe ich den Eindruck, daß es sich am Stimmband des Menschen ähnlich verhält, wie ich dies an anderen Stellen beobachtet habe (z. B. dort, wo geschichtetes Pflasterepithel in den Magen niederer Säugetiere einwächst), daß nämlich dort, wo geschichtetes Pflasterepithel sich in das Gebiet Zylinderepithel tragender drüsenreicher Schleimhaut erstreckt, die Drüsenausführgänge der letzteren bisweilen von ihrem ursprünglichen Mündungsbezirk verdrängt werden. Gleichwie die Ausführgänge durch die Epithelverhältnisse, so werden die Drüsen selbst durch das Vorhandensein der Stimmsaite beeinflußt, in deren Raum die Kompaktheit des Gewebes dem labileren Element, den Drüsen, keinen Raum zur Entfaltung übrig läßt.

Papillen und Leisten der menschlichen Stimmlippe: Die Schleimhautpapillen der Stimmbänder erwähnte zuerst HENLE 1862 (Handbuch der syst. Anat.: II. Eingeweidelehre, p. 163). Ausführlich beschreiben die Papillen BOLDYREW *71a* (siehe oben p. 393) und COYNE *74c*, p. 16ff. (siehe unten). (P. HEYMANN *95b*.)

Gefäßpapillen wurden von RHEINER im Kehlkopf gänzlich in Abrede gestellt, während HENLE behauptet, daß da, wo ein mächtiges Pflasterepithelium, wie an den echten Stimmbändern sich ausbreitet Papillen in dasselbe hineinragen.

LUSCHKA findet die Papillen sehr sparsam und kurz an den wahren Stimmbändern, in größerer Anzahl und stärkerer Ausbildung findet er sie von teilweise wahrhaft zottenähnlicher Form im Hintergrunde des Cavum laryngis neben der Incisura inter-arytaenoidea. / (v. LUSCHKA *69a* und *71*.)

/ Bei Tieren treibt die Schleimhaut in das Epithel des Stimmbandes papillenartige Fortsätze, welche sich beim Menschen auf jene Hervorragungen der Schleimhaut beschränken, die durch die Cart. corniculatae bewirkt werden; solche messen zuweilen 0,35 mm in der Höhe, 0,1 mm in der Breite. / (VERSON *71*.)

/ Auf dem freien Rande des unteren Stimmbandes finden sich Papillen, welche sicher Gefäßpapillen und wahrscheinlich Nervenpapillen sind. Diese Papillen sind in der vorderen Hälfte der Stimmsaite (vocal cord) viel mehr entwickelt. / (COYNE *74a*, *74b* und *74c*.)

/ Die Papillen erwähnen auch W. KRAUSE (1876), GOTTSTEIN, WALDEYER und STÖHR. / (B. FRÄNKEL *94a*.)

/ Papillen kommen nur im Bereiche der wahren Stimmbänder und an einem schmalen Streifen der vorderen Fläche der Aryknorpel vor. (TOLDT *88*.)

/ B. FRÄNKEL erwähnt papillenartige Erhabenheiten am freien Stimmbande des Menschen, welche regelmäßig an jedem Stimmbande vorkommen. / (B. FRÄNKEL *88*.)

/ Die Anwesenheit von Papillen kann man auf den unteren Stimmbändern konstatieren, welche ein geschichtetes Pflasterepithel bedeckt. (SAPPEY *89*.)

/ B. FRÄNKEL demonstrierte 1889 auf der Naturforscherversammlung in Heidelberg Schnitte durch das Taschen- und Stimmband des Menschen und erläutert daran die Leisten am und unterhalb des Stimmbandrandes und die am Stimmbande vorkommenden Drüsen (siehe diese). (B. FRÄNKEL *89a*.)

/ In der Gegend der Stimmbänder, direkt an dem Processus vocalis, finden sich nicht nur einfache Falten oder Leisten (FRÄNKEL). Vielmehr finden sich auf diesen Riffen 4—5 Papillen (KÖLLIKER) in der Mehrzahl der Fälle, doch nicht immer (vergl. auch oben VERSON, HENLE und KRAUSE). / (KANTHACK *89a*.)

/ Das Stimmband zeigt beim Neugeborenen keine Papillen, sondern 3—4 kleine wellenartige Erhebungen, die Fältchen entsprechen. Diese sind hauptsächlich in den hinteren Abschnitten, in der Nähe des Processus vocalis gut markiert. / (KANTHACK *90*.)

/ B. FRÄNKEL findet Papillen regelmäßig, sie beginnen gewöhnlich dicht unterhalb des freien Randes und begleiten die untere Stimmbandfläche eine Strecke weit (Frontalschnitte), jedoch nur im Bereich des Plattenepithels. Der Vergleich mit Längsschnitten zeigt, daß wir es weniger mit kegelförmigen Papillen, als mit Leisten zu tun haben. Die Leisten verlaufen parallel dem freien Rande des Stimmbandes. Sie sind eine für die Funktion des Organes zweckentsprechende Einrichtung, indem sie das Epithel an der Unterlage befestigen und so den Zerrungen entgegenwirken, die das Organ infolge der tönenden Schwingungen zu erleiden hat. / (B. FRÄNKEL *94a*.)

/ In beiden Flächen der Epiglottis und in den wahren Stimmbändern finden sich Papillen. / (KLEIN *95*.)

/ B. FRÄNKEL bemerkte, daß die auf Frontalschnitten beschriebenen Papillen sich auf Horizontalschnitten gar nicht oder nur andeutungsweise

fanden, gleichzeitig bemerkte dies P. HEYMANN, und B. FRÄNKEL publizierte zuerst darüber (Deutsche med. Wochenschr. 1889, p. 1). 21. Juni 1889 machte FRÄNKEL weitere Mitteilungen in der laryngologischen Gesellschaft in Berlin, ebenda machte P. HEYMANN von seinen Ergebnissen Mitteilung. KANTHACK dagegen leugnete damals die Papillen und Leistenbildung teils, teils verwies er dieselbe in das Gebiet der Pathologie. Die Reihe der Mitteilungen schließt dann die ausführliche Darstellung FRÄNKELS in seinem Archiv für Laryngologie. Auf Grund von mit C. BENDA zusammen angestellten Untersuchungen gibt nun HEYMANN folgende Beschreibung: Der freie Rand des Stimmbandes ist eingenommen von einem System leistenförmiger Papillen, die in ihrer Grundrichtung der Richtung des Stimmbandes annähernd parallel laufen, sich aber doch vielfach gegeneinander neigen und treffen. Diese Leisten liegen zum größeren Teile unterhalb des freien Randes, reichen aber doch auch mehr oder weniger weit auf die obere Fläche des Stimmbandes hinauf. In der Gegend des Processus vocalis ändert sich das Bild insofern, als sich dort gewissermaßen ein Scheitelpunkt findet, um den herum die Gruppierung der Leisten angeordnet ist. Die Leistenbildung findet sich nur im Gebiet des Plattenepithels und hört auf, sobald das Flimmerepithel an die Stelle desselben tritt./ (P. HEYMANN *95b.*)

/ BENDA studierte diese Leisten an Macerationspräparaten und gibt Abbildungen vom menschlichen Stimmband, welche Unterflächenbilder des Epithels am vorderen Winkel, am hinteren Ende und am Processus vocalis zeigen. Er findet im ganzen bis 20 sagittal verlaufende Leisten in jeder Lippe, die durch entsprechende Epitheleinsenkungen voneinander getrennt sind. Diese Gebilde verlaufen im großen ganzen einander parallel. Aber stellenweise verschmelzen die Epitheleinsenkungen, was einer Unterbrechung der Leisten entspricht, oder es gabeln und vereinigen sich zwei Leisten, wodurch die zwischen ihnen gelegene Epitheleinsenkung umschlossen wird. Es scheint, daß höchstens einzelne Leisten oder Epitheleinsenkungen die ganze Länge der Schleimhautfalte durchlaufen. An den Grenzen des freien Stimmlippenrandes liegen besonders tiefe longitudinale Epitheleinsenkungen. An der oberen, zur Morgagnischen Tasche gerichteten Stimmlippenfläche liegen nur einige wenige, ziemlich unregelmäßige Leisten. Die Leistenformation verschwindet am vorderen und hinteren Ende der Stimmlippe, hier verflachen sich die Leisten plötzlich oder allmählich, sodaß nun eine ebene Epithelausbreitung eintritt. Gleichzeitig breiten sie sich an diesen Stellen fächerförmig auseinander. Oder aber, sie schrumpfen zu Papillen zusammen, die durch reihenförmige Anordnung eine kurze Fortsetzung der Leisten bilden. Die Papillen sind stets viel feiner als Cutispapillen. In der Gegend des Processus vocalis des Arytaenoidknorpels laufen nur wenige Leisten sagittal ober- oder unterhalb bei ihm vorüber. Die meisten verlassen die sagittale Richtung und konvergieren gegen seine Spitze hin, indem sie sich unregelmäßig untereinander verschmelzen und kreuzen. Die unregelmäßigen, von ihnen eingeschlossenen Epitheleinsenkungen sind besonders tief. Im ganzen kommt so eine etwas in die Länge gezogene Sternfigur zustande.·

An Schnitten der Stimmlippen neugeborener Kinder vermißte BENDA die Leistenformation.

Die Leisten der Stimmlippen stellen offenbar eine besondere Modifikation papillärer Schleimhauterhebungen dar, und erfüllen in noch höherem Maße als Papillen mechanische Leistungen für die Verfestigung des Epithels an der Unterlage; auch B. FRÄNKEL schreibt den Stimm-

lippenleisten eine solche mechanische Funktion zu. Die Ausbildung der Schleimhautleisten der Stimmlippe stellt eine funktionelle Anpassung an die Inanspruchnahme des Organs bei der Phonation dar. / (BENDA *95a, b* und *c*.)

/ In einem Zusatz erklärt BENDA *95a*, p. 45, daß die Veröffentlichungen von B. FRÄNKEL (1888 und 1889, die ausführliche Publikation: Archiv f. Laryngol. 1894) bisher die ersten und einzigen waren, die eine klare Charakteristik der Leistenformation gaben. Ihm gebührt somit zweifellos die Priorität dieser Entdeckung. / (BENDA *95a*, p. 45.)

/ Von dem konvexen Rand des Stimmbandes nach abwärts gehend, trifft man mit Zunahme der Epithelschichten auf eine zunehmende Schlängelung der Grenzfläche zwischen Epithel und Bindegewebe. Und zwar wird diese „Papillenbildung" um so deutlicher, je dicker das Pflasterepithel wird. Ihr Maximum fällt mit der größten Mächtigkeit des Epithels zusammen. Diese Papillenbildung dient der besseren Ernährungszufuhr und trägt außerdem zur Befestigung des Epithels auf seiner bindegewebigen Grundlage wesentlich bei. Daß die Befestigung des Stimmbandepithels als Ganzes hauptsächlich nur gegen die von unten wirkenden Kräfte gerichtet ist, damit stimmt auch das Fehlen jeglicher Befestigung oder Verstärkung des Epithels oberhalb der Konvexität des Stimmbandes überein. / (GARTEN *95*.)

/ An den wahren Stimmbändern erhebt sich die Propria zu zahlreichen kleinen Papillen. Auch an der Vorderfläche der Epiglottis befinden sich zahlreiche Papillen. / (RAUBER *97*.)

/ An den mit Plattenepithel bekleideten Stellen trägt die Schleimhaut (VIRCHOW, Über Pachydermia laryngis. Berl. klin. Wochenschr. 1887, No. 32) einen ausgesprochen dermoiden Charakter. Überall, wo Plattenepithel in einiger Ausdehnung und Mächtigkeit vorkommt, finden sich auch Papillen, welche in das Epithel hineinragen und meist Blutgefäße und Nerven enthalten. B. FRÄNKEL (Der Kehlkopfkrebs, seine Diagnose und Behandlung, Berlin und Leipzig 1889, S. 12) hat nachgewiesen, daß die am Rande der wahren Stimmlippen vorkommenden papillenartigen Bildungen nicht fingerförmig, sondern leistenförmig dem freien Rande der Stimmlippen parallellaufend seien, ein Befund, welchen bald darauf P. HEYMANN *89* und später C. BENDA und HEYMANN (HEYMANN, P. *95a*, BENDA *95a*, HEYMANN, P. *95b* und BENDA *95c*) bestätigen konnten. HEYMANN fand sie in 70 Kehlköpfen, auch beim Neugeborenen, wo sie BENDA nicht nachzuweisen vermochte; TOURNEUX *85* beschreibt sie bei einem Kinde von 8 Tagen und einem solchen von 6 Monaten.

Für die Tierreihe liegen vor (siehe oben p. 393): ein negativer Befund von BENDA beim Affen, positive dagegen beim Pferde (BOLDYREW *71a*), Hund (BOLDYREW und HEYMANN), Katze (BENDA) und Kaninchen (HEYMANN). Die leistenförmige Anordnung der Papillen an der Stimmlippe dürfte mit der Funktion derselben in einem gewissen Zusammenhang stehen. / (P. HEYMANN *98*.)

• / NICOLAS bestätigt FRÄNKEL und BENDA betreffend das Vorkommen von Papillen der wahren Stimmbänder beim Menschen darin, daß dieses Vorkommen ein konstantes ist, jedoch wechselt die Entwicklung von Stelle zu Stelle und von Individuum zu Individuum. Es handelt sich um Leisten, parallel untereinander und der Sagittalachse des Stimmbandes. / (NICOLAS *98*.)

/ Schleimhautpapillen finden sich am Kehldeckel an der Vorderseite und am Seitenrande des freien Teiles, fehlen dagegen an der hinteren Fläche vollständig oder sind wenigstens klein und wenig zahlreich (siehe Fig. 252). Im Bereiche des Stimmbandes sind die Papillen an der der Kehlkopftasche zugewendeten Seite sowie an der Kante meistens nur wenig ausgebildet, höher dagegen und im mittleren Teile des Stimmbandes in 10—20, der Stimmbandkante parallele Reihen gestellt (FRÄNKEL, BENDA), sind die Papillen an dem unteren Abhange der Stimmbandfalte, wurden aber gegen die hintere Fläche des Kehlkopfes auch hier weniger deutlich. / (V. EBNER *99*.)

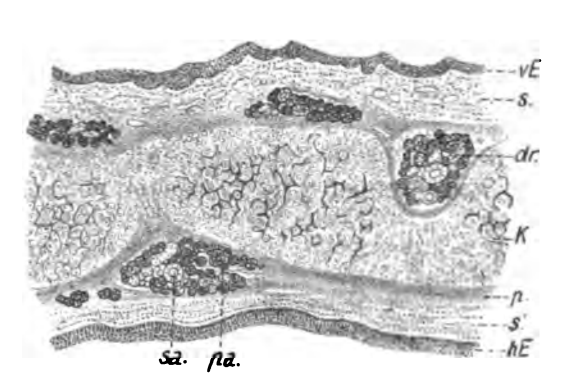


Fig. 252. **Kehldeckel vom 22jährigen Mann.** Querschnitt aus dem mittleren Teil des Kehldeckels. Hämatoxylin, Eosin. *vE* geschichtetes Pflasterepithel der lingualen, *hE* der laryngealen Seite, *K* elastischer Knorpel, *p* dess. Perichondrium. *s* Papillen tragende Schleimhaut der lingualen, *s'* papillenfreie Schleimhaut der laryngealen Seite, *dr* Drüse, *sa* Schleimzellen, *pa* seröse Zellen führende Alveolen. Vergr. 27fach. (Nach V. EBNER *99*.)

3. Plica ventricularis, Taschenfalte.

/ Bei ihrer Faltung zum oberen Stimmbande zieht die von Lymphkörperchen durchsetzte Schleimhaut einen Teil der darunter liegenden stark elastischen Schicht (Faserhaut) in die Faltung ein. Durch diese longitudinal verlaufenden Züge flechten sich auch horizontal verlaufende vom Schildknorpel ausgehende. So zeigt ein Schnitt durch das obere Stimmband nur unregelmäßig verlaufende elastische Züge mit Beimischung von Bindegewebe, welche bald auseinanderfahren, bald wieder sich vereinigen. Es entstehen so große Lücken, in welchen Haufen von Fettzellen und Drüsen eingebettet liegen. / (VERSON *71*.)

/ Die meisten Autoren sind einig, daß man das elastische Gewebe des Lig. ventriculare nicht als eine selbständige Bändermasse auffassen dürfe, sondern als einen Bestandteil der hier besonders entwickelten Membrana laryngis elastica. HENLE erkennt eine sagittale Hauptrichtung der zu einer Masse zusammengetretenen elastischen Fasern an. Nach FRIEDRICH muß man als Gerüste des Lig. ventriculare und somit auch der ganzen Plica ventricularis die elastischen Fasern betrachten und die Bezeichnung als Ligament scheint darnach vollkommen berechtigt. Weder die Drüsen noch die spärlichen Muskelzüge des M. ventricularis sind imstande, der Taschenfalte die dauernde Gestalt zu geben. / (FRIEDRICH *96*.)

/ Das Taschenband stellt im wesentlichen nur eine Duplikatur der Schleimhaut dar, deren Inneres der Ausbreitung großer Drüsenpartien Raum gewährt. Die Ausführgänge dieser Drüsenmasse finden sich auf der ganzen Oberfläche des Taschenbandes sowohl oben, wie unten. Die hintere Partie des Taschenbandes gleich am Aryknorpel beginnend, ist derart von Drüsen erfüllt, daß dieselben den wesentlichen Bestandteil des ganzen Bandes ausmachen. Mehr nach vorne teilt sich das Drüsenlager in zwei Teile: eine obere auf die Oberfläche des Bandes mündende

Schicht, welche gegen die Mitte zu spärlicher, flacher werdend, sich nach vornhin allmählich verliert; die unteren Lagen berieseln die obere Bedachung der Morgagnischen Tasche und den freien Rand des Taschenbandes mit ihrem Sekret. Die seitliche Wand des Sinus Morgagni birgt einen Drüsenzug, der gewöhnlich zusammenhängend ist und von hinten nach vorn an Massenhaftigkeit zunimmt, auch in der hintersten Partie dicht am Aryknorpel erfährt er ebenfalls eine nicht unbeträchtliche Vermehrung (COYNE *74c*, B. FRÄNKEL *88* und *89a*, P. HEYMANN *89*). / (P. HEYMANN *98*.)

/ Die reichlichen, größtenteils sagittal verlaufenden, elastischen Faserbündel in der Plica ventricularis sind gegen die benachbarten Faserzüge nirgends abgegrenzt und überall so von Drüsen, stellenweise auch von Fettgewebe durchsetzt, daß ein besonderes Band nur künstlich darstellbar ist. / (v. EBNER *99*.)

Knorpel des menschlichen Kehlkopfs.

Nomenklatur. / Die Nomenklaturkommission der anatomischen Gesellschaft hat folgende Namen vorgeschlagen: Cartilago thyreoidea, triticea cricoidea, arytaenoidea, corniculata [Santorini], sesamoidea, epiglottica, cuneiformis [Wrisbergi]. / (HIS *95*.)

/ Die Wrisbergschen Faserknorpel würden besser Morgagnische Knorpel genannt, da letzterer dieselben wohl gesehen, wenn auch unvollständig beschrieben hat. / (SAPPEY *89*.)

/ Cartilago cuneiformis [Wrisbergi]. Die Bezeichnung als Wrisbergscher Knorpel ist neuerdings von FRÄNKEL *95* beanstandet worden, weil der Knorpel schon MORGAGNI und CAMPER bekannt gewesen sei. Nachdem der Knorpel so lange den Namen WRISBERGS getragen hat, scheint eine Umtaufe bedenklich. FRÄNKEL selber schlägt vor, es beim Namen Cart. cuneiformis bewenden zu lassen. / (HIS *95*.)

Gewebe der Knorpel. / Hyaliner Knorpel sind: der Schild-, der Ring- und die beiden Gießbeckenknorpel; netzförmiger Faserknorpel sind der Kehldeckel, die Santorinischen und Wrisbergschen Knorpel.

Die in den Lig. hyo-thyr. lat. enthaltenen Corpuscula triticea werden von KÖLLIKER und HYRTL den Faserknorpeln zugezählt. SÉGOND erklärt dieselben für hyalinen Knorpel und RHEINER stimmt dem bei. / (RHEINER *52b*.)

/ Hyaliner Knorpel sind: Schildknorpel, Ringknorpel und Gießbeckenknorpel.

Fasern, welche sich in ihren Reaktionen gegen Schwefelsäure, Essigsäure und Alkalien ganz wie elastisches Gewebe verhalten, zeigt die Epiglottis, die Santorinischen und Wrisbergischen Knorpel. Es handelt sich wie bei anderen Knorpeln um verschiedene Stadien des Zerfalles einer anfangs mehr homogenen Grundsubstanz in Fibrillen, mit dem Unterschied, daß beim Erwachsenen ein gleichartiges Aussehen nie mehr getroffen wird. Die Zellen von 0,012—0,02‴ liegen zu 1 oder 2, selten zu mehreren in rundlichen oder länglichen Hohlräumen der Grundsubstanz und enthalten, wenigstens in der Epiglottis häufig einen größeren Fetttropfen. / (KÖLLIKER *50/54*.)

1867 gesellt KÖLLIKER den elastischen Kehlkopfknorpeln noch die Cartilago sesamoidea von LUSCHKA bei, ebenso den Proc. vocalis der Cart. arytaenoidea nach RHEINER. Hier fanden sich sehr dicht verfilzte Fasern, die bei Tieren (beim Ochsen z. B.) viel stärker sind als beim Menschen. Auch die Cart. thyreoidea zeigt in ihrem mittleren Teile

da, wo die Ligg. thyreo-arytaenoidea sitzen, einzelne elastische Fasern, welche zur Unterscheidung eines besonderen mittleren Stückes an diesem Knorpel (Lamina mediana, siehe unten) Veranlassung gegeben haben (RAMBAUD, HALBERTSMA). / (KÖLLIKER *67*.)

/ Die Cartilago triticea besteht aus Bindegewebe mit eingestreuten Knorpelzellen, ist mithin gewöhnlicher Faserknorpel und kann verknöchern. / (KÖLLIKER *50/54*.)

/ Die Cartilago triticea kann (RHEINER, SÉGOND) auch hyaliner Knorpel sein. / (KÖLLIKER *67*.)

/ Hyaliner Knorpel sind: Schildknorpel, Ringknorpel, Gießbeckenknorpel, die Knorpel der Trachea und der Bronchien. Elastischer Knorpel (LEYDIG nannte denselben damals Faserknorpel) sind: der Kehldeckel, die Santorinischen und Wrisbergschen Knorpel. Die Corpuscula triticea zeigen bald mehr die Natur von hyalinem, bald mehr von elastischem Knorpel. / (LEYDIG *57*, p. 368.)

/ Das Corpusculum triticeum fand VERSON immer hyalin und hebt die besondere Neigung desselben zur Verknöcherung (HENLE) hervor. Beim 24jährigen Mann war es schon zur Hälfte verknöchert.

VERSON findet an einem Präparat, daß der Santorinische Knorpel nur eine faserige Rinde, aber einen hyalinen Kern besitzt. Erstere bildet nur eine dünne Zone, in welche zum Teile Fasern aus der Synchondrosis arycorniculata (HENLE) sich verfolgen lassen. / (VERSON *68*.)

/ Hyaliner Knorpel sind: die Cartilago cricoidea und thyreoidea, sowie im größten Teil die Cartilagines arytaenoideae, überdies die Cartilagines triticeae.

Netzknorpel sind die Cartilago epiglottidis, die beiden Cartilagines Santorini und Wrisbergii, die Spitze des Stimmfortsatzes der Gießbeckenknorpel, sowie im Falle ihres Vorhandenseins die Cartilago interarytaenoidea, die vorderen und die hinteren Sesamknorpel. / (v. LUSCHKA *71*.)

/ Faserknorpel sind: Epiglottis, Santorinische, Wrisbergsche und die unkonstanten Sesamoidealknorpel.

Rein hyalin sind: Schild- und Ringknorpel und das Corpusculum triticeum. Stellenweise hyalin, stellenweise faserig ist die Cartilago arytaenoidea. Die gewöhnlich faserige Cartilago Santorini (corniculata) birgt zuweilen einen hyalinen Kern in der faserigen Rinde. Vom Gießbeckenknorpel zeigt der Körper eine rein hyaline Struktur. Dieselbe geht aber häufig in den peripheren Teilen in eine faserige über, was für den Processus vocalis und für die Spitze der Pyramide ausnahmslos gilt. / (VERSON *71*.)

/ Hyalin sind die Cart. thyreoidea, cricoidea und fast die ganze Cart. arytaenoidea. Faserknorpel sind diejenigen, die den Eingang des Kehlkopfs umgeben und dem Druck herabgleitender Bissen ausgesetzt sind, die Cart. epiglottica, die Cart. corniculatae und cuneiformes, auch die Cart. sesamoideae. Die Grundsubstanz der Cart. arytaenoidea nimmt an der vorderen Spitze, in der Nähe der Insertion des Stimmbandes, und häufig auch an der oberen Spitze, gegen die Syndesmose, die sie mit der Cart. corniculata verbindet, eine faserige Beschaffenheit an. / (HENLE *73*.)

/ Hyaline Knorpel sind die Cartil. thyreoidea, cricoidea und arytaenoidea, letztere zum Teil: alle übrigen Kehlkopfknorpel sind elastische, ebenso auch die Spitze und der Processus vocalis Cartil. arytaenoideae.

Die Cartilag. Santorinianae enthalten mitunter in ihrem unteren Teile einen durchsichtigeren Achsenstrang, dessen Achse wiederum von dichtgedrängten Knorpelkörperchen eingenommen wird und daher dunkler

ist. Auf dem Querschnitt strahlen radiäre elastische I
zwischengelagerten Knorpelzellen davon aus und sind in
gallertartige Grundsubstanz eingelagert.

Der Achsenstrang der Cartilago Santoriniana scheint v
für hyalinen Knorpel gehalten worden zu sein. / (W. KRA

/ Hyaline Knorpel sind: Schildknorpel, Ringknorpel u
scula triticea der Membrana thyreohyoidea. Elastische K
Kehldeckel, die Santorinischen und Wrisbergschen Knorp
knorpel sind zwar in ihrem größten Teil hyalin, in dem Proc
findet sich aber ein dichtes elastisches Fasernetz in der hyal
substanz. / (TOLDT *88.*)

/ SAPPEY unterscheidet im menschlichen Kehlkopf: K
Faserknorpel. Knorpel sind Thyreoid, Cricoid, Arytaenoid
rinischer Knorpel; Faserknorpel sind: Epiglottis und Wrisbergsc
SAPPEY gibt eine eingehende makroskopische Beschreibung di
pel. / (SAPPEY *89.*)

/ Hyaline Knorpel sind die Tracheal-Bronchialknorpel und d
Knorpel des Kehlkopfs. Elastische Knorpel sind von Kehlkopf:
Epiglottis, Spitze und Proc. vocalis der Cart. arytaenoideae. Ca
culatae s. Santorinianae, Cart. cuneiformes s. Wrisbergii, Cart. sesa
(SCHIEFFERDECKER in BEHRENS, KOSSEL und SCHIEFFERDEC

/ Beim Kind bestehen alle Kehlkopfknorpel aus hyalinem
(? OPPEL). / (BERDAL *94.*)

/ Entgegen den Angaben von STÖHR, BÖHM und v. DA
konnte MERKEL niemals finden, daß der Schildknorpel an der St
welcher sich die Stimmbänder ansetzen, beim Menschen elastische
knorpel enthalte. Wohl aber findet MERKEL, daß sich dortsel
Bündel des perichondralen Bindegewebes weit in die hyaline K
substanz hinein erstrecken, ehe sie sich verlieren. / (MERKEL *02.*)

Feinerer Bau des Knorpels. / Am hyalinen Knorpel des Keh
unterscheidet RHEINER eine peripherische, eine intermediäre und
zentrale Schicht. In der peripherischen Schicht sind die Knorpel
langgestreckt, von außen nach innen abgeplattet und verlaufen sc
weise gesondert mit der Oberfläche parallel und werden je nähe
Oberfläche desto schmäler. Die intermediäre Schicht enthält gr
dichtgelagerte Mutterzellen, die oft verdickte Wandungen besitzen
nahe zusammengerückte Tochterzellen (endogene Bildungen, wie sie
RHEINER bezeichnet werden) im Innern.

In der zentralen Schicht endlich sind die Tochterzellen we
auseinandergerückt. Gegen das Innere nimmt die Interzellularsubst
im Verhältnis zu den eingestreuten zelligen Elementen an Masse imm
mehr zu.

Sowohl im Schild- als im Ringknorpel pflegt die der Kavität a
gewandte, äußere Oberfläche eine peripherische Schicht von größer
Mächtigkeit zu besitzen, als die innere.

Die zentralen Zellen der Gießbeckenknorpel sind ohne bestimmtere
Verhältnis gelagert, vielmehr regellos und von den verschiedensten Größen-
und Formverhältnissen durcheinandergestreut. Am Ende des Stimmband-
fortsatzes (Processus vocalis) findet sich ein Gewebe, das seiner ganzen
Natur nach den Namen Netzknorpel verdient. Die angrenzende Partie
der unteren Stimmbänder besteht aus einer äußerst dichten Verfilzung
der elastischen Elemente, die ganz kontinuierlich mit dem Gewebe des
Processus vocalis verschmolzen zu sein scheinen, allmählich deutlich

[illegible] ung von [illegible] er; die [illegible] eineren [illegible] treifen [illegible] er den [illegible] rung [illegible] stück [illegible] letz-

[illegible] loch [illegible] ten, [illegible] en- [illegible] er- [illegible] en [illegible] en [illegible] e- [illegible] n [illegible]

[illegible] Knorpel mit dem Giessbeck[illegible] [illegible] Schon [illegible] vermittelt. [illegible] weder eine [illegible] nachweisen können. [illegible] dehnbare Fasern [illegible] Auch Luschka findet [illegible] kurze, [illegible] an elastischen Fibrillen reichen [illegible] ordnungslos eingestreut waren [illegible] Netzknorpel [illegible] wenige Knorpelzellen [illegible] einerseits in den Netzknorpel der [illegible] scharfe Grenze [illegible] anderseits in die hyaline Grundmasse des Giessbeckenknorpels [illegible]

ist. Auf dem Querschnitt strahlen radiäre elastische Faserzüge mit zwischengelagerten Knorpelzellen davon aus und sind in eine homogene gallertartige Grundsubstanz eingelagert.

Der Achsenstrang der Cartilago Santoriniana scheint von VERSON *68* für hyalinen Knorpel gehalten worden zu sein. / (W. KRAUSE *76.*)

/ Hyaline Knorpel sind: Schildknorpel, Ringknorpel und die Corpuscula triticea der Membrana thyreohyoidea. Elastische Knorpel sind: Kehldeckel, die Santorinischen und Wrisbergschen Knorpel; die Aryknorpel sind zwar in ihrem größten Teil hyalin, in dem Processus vocalis findet sich aber ein dichtes elastisches Fasernetz in der hyalinen Grundsubstanz. / (TOLDT *88.*)

/ SAPPEY unterscheidet im menschlichen Kehlkopf: Knorpel und Faserknorpel. Knorpel sind Thyreoid, Cricoid, Arytaenoid und Santorinischer Knorpel; Faserknorpel sind: Epiglottis und Wrisbergsche Knorpel. SAPPEY gibt eine eingehende makroskopische Beschreibung dieser Knorpel. / (SAPPEY *89.*)

/ Hyaline Knorpel sind die Tracheal-Bronchialknorpel und die meisten Knorpel des Kehlkopfs. Elastische Knorpel sind von Kehlkopfknorpeln: Epiglottis, Spitze und Proc. vocalis der Cart. arytaenoideae. Cart. corniculatae s. Santorinianae, Cart. cuneiformes s. Wrisbergii, Cart. sesamoideae. / (SCHIEFFERDECKER in BEHRENS, KOSSEL und SCHIEFFERDECKER *91.*)

/ Beim Kind bestehen alle Kehlkopfknorpel aus hyalinem Knorpel. (? OPPEL). / (BERDAL *94.*)

/ Entgegen den Angaben von STÖHR, BÖHM und v. DAVIDOFF konnte MERKEL niemals finden, daß der Schildknorpel an der Stelle, an welcher sich die Stimmbänder ansetzen, beim Menschen elastischen Netzknorpel enthalte. Wohl aber findet MERKEL, daß sich dortselbst die Bündel des perichondralen Bindegewebes weit in die hyaline Knorpelsubstanz hinein erstrecken, ehe sie sich verlieren. / (MERKEL *02.*)

Feinerer Bau des Knorpels. / Am hyalinen Knorpel des Kehlkopfs unterscheidet RHEINER eine peripherische, eine intermediäre und eine zentrale Schicht. In der peripherischen Schicht sind die Knorpelzellen langgestreckt, von außen nach innen abgeplattet und verlaufen schichtweise gesondert mit der Oberfläche parallel und werden je näher der Oberfläche desto schmäler. Die intermediäre Schicht enthält größere dichtgelagerte Mutterzellen, die oft verdickte Wandungen besitzen und nahe zusammengerückte Tochterzellen (endogene Bildungen, wie sie von RHEINER bezeichnet werden) im Innern.

In der zentralen Schicht endlich sind die Tochterzellen weiter auseinandergerückt. Gegen das Innere nimmt die Interzellularsubstanz im Verhältnis zu den eingestreuten zelligen Elementen an Masse immer mehr zu.

Sowohl im Schild- als im Ringknorpel pflegt die der Kavität abgewandte, äußere Oberfläche eine peripherische Schicht von größerer Mächtigkeit zu besitzen, als die innere.

Die zentralen Zellen der Gießbeckenknorpel sind ohne bestimmteres Verhältnis gelagert, vielmehr regellos und von den verschiedensten Größen- und Formverhältnissen durcheinandergestreut. Am Ende des Stimmbandfortsatzes (Processus vocalis) findet sich ein Gewebe, das seiner ganzen Natur nach den Namen Netzknorpel verdient. Die angrenzende Partie der unteren Stimmbänder besteht aus einer äußerst dichten Verfilzung der elastischen Elemente, die ganz kontinuierlich mit dem Gewebe des Processus vocalis verschmolzen zu sein scheinen, allmählich deutlich

Knorpelzellen in ihre Zwischenräume aufnehmen und dieselben nach allen Richtungen umspinnen. Gegen das Zentrum zu werden die faserigen Elemente immer sparsamer, bis zuletzt reines hyalines Knorpelgewebe vorhanden ist. Ebenso verhält es sich bei Neugeborenen. Immerhin ist dieser Befund von variabler Ausdehnung. Einen ähnlichen Befund zeigt nicht selten die Spitze des oberen Fortsatzes. Wo selbige von dem Santorinischen Knorpel durch eine förmliche Gelenkhöhle getrennt ist, reicht das hyaline Gewebe bis an ihr äußerstes Ende und wird daselbst durch eine deutliche lamellöse Schicht begrenzt. Ist hingegen, wie es meistens der Fall ist, eine kontinuierliche Verbindung durch ein biegsames Mittelglied gegeben, so enthält jene Spitze gleichfalls eine netzförmig faserhaltige Interzellularsubstanz, die sich nach unten in Absätzen fortsetzt und zuletzt ganz in hyalinen Knorpel übergeht. Das biegsame verbindende Gewebe zwischen beiden Knorpeln besteht hingegen aus einer einfach faserigen Grundsubstanz, deren Streifung dem senkrechten Durchmesser entspricht, und trägt so ziemlich die Charaktere von festem Bindegewebe an sich, in das eine große Anzahl kleiner zelliger Elemente eingelagert ist. / (RHEINER *52b.*)

/ Unterhalb des aus Bindegewebe und feinerem elastischem Gewebe bestehenden und Gefäße und Nerven enthaltenden Perichondriums findet sich eine 0,1''' dicke Lage von lamellösem Bau, mit abgeplatteten verlängerten Knorpelzellen, dann folgen dichtstehende große rundliche Zellen, dann ein ziemlich gleichmäßiges Innere, dessen rundliche und längliche Zellen meist zu zweien beisammenstehen, mehr Grundsubstanz zwischen sich enthalten und mit ihrer Längsachse gewöhnlich in der Richtung der Dicke des Knorpels gelagert sind. Größere Zellen zeigen Fetttropfen. / (KÖLLIKER *50/54.*)

/ Die Knorpel des menschlichen Kehlkopfs besitzen im Jugendstadium Gefäße. An einzelnen Stellen schickt nämlich das Perichondrium Fortsätze in die Knorpelmasse hinein, welche aus zartem Bindegewebe mit reichlichen spindelförmigen Zellen bestehen und zwischen denen deutlich feinere und stärkere Gefäße sowie einzelne Nervenfasern sich erkennen lassen. Im erwachsenen Menschen hört der direkte Zusammenhang zwischen Knorpeln und Gefäßen der Knorpelhaut ganz auf, oder er wird wenigstens sehr beschränkt. / (VERSON *71.*)

/ SCHIEFFERDECKER gibt (auf p. 284) einen Schnitt aus dem Thyreoidknorpel des Menschen wieder, der die Form der Zellen deutlich zeigt, wie dieselben, je mehr man sich dem Perichondrium nähert, um so mehr eine Anordnung in Reihen parallel der Oberfläche zeigen. Im Kehlkopf des Ochsen an weicheren Stellen finden sich verästelte Knorpelzellen. / (SCHIEFFERDECKER in BEHRENS, KOSSEL und SCHIEFFERDECKER *91.*)

/ Der **Verband** der Santorinischen Knorpel mit dem Gießbeckenknorpel wird nicht in der Regel, wie einige Autoren unrichtig behaupten, sondern nur sehr ausnahmsweise durch Gelenke vermittelt. Schon TOURTUAL machte gegen E. H. WEBER geltend, daß er weder eine Gelenkshöhle noch glatte Verbindungsflächen habe nachweisen können, sondern daß dieselben durch kurze, nachgiebige und dehnbare Fasern mit den Gießbeckenknorpeln zusammenhängen. Auch LUSCHKA findet meist nur eine Zwischenlage einer faserigen, an elastischen Fibrillen reichen Substanz, in welche wenige Knorpelzellen ordnungslos eingestreut waren und die sich ohne scharfe Grenze einerseits in den Netzknorpel der Santorinischen, andererseits in die hyaline Grundmasse des Gießbeckenknorpels

verlor. In Übereinstimmung mit RHEINER und MERKEL findet LUSCHKA als Regel, daß der Stimmfortsatz des Gießbeckenknorpels da, wo das untere Stimmband sich an ihn ansetzt, in Netzknorpel übergeht, dessen Fasergerüste sich ganz allmählich in die hyaline Grundsubstanz der Cartilago arytaenoidea verliert.

Von der Spitze einer jeden Cartilago Santorini geht ein 6 mm langes, 1 mm dickes Bändchen aus, welches, mit dem der anderen Seite konvergierend, nach rückwärts und abwärts verläuft (Ligamentum jugale cartilaginum Santorini), dasselbe ist überwiegend aus elastischen Fasern zusammengesetzt. Dasselbe enthält bisweilen da und dort ein kleinstes aus Netzknorpel bestehendes Knötchen eingelagert (Sesamknorpel.) (LUSCHKA *60.*)

/ Die Articulatio crico-thyreoidea wird zuweilen durch eine Synchondrosis crico-thyreoidea ersetzt. Die Ligamenta crico-arytaenoidea capsularia sind von Epithel bedeckt, enthalten rundliche Knorpelkörperchen eingelagert; im hinteren lateralen Teile befindet sich mitunter ein aus Bindegewebe mit sparsamen Knorpelzellen bestehender Zwischenknorpel. Die Synchondrosis ary-Santoriniana besteht aus Bindegewebe mit eingelagerten Knorpelzellen, die Cartilago triticea im Lig. hyo-thyreoideum laterale aus hyalinem Knorpel. / (W. KRAUSE *76.*)

Perichondrium. / Das Perichondrium besteht seiner Hauptmasse nach aus einem sehr festen Bindegewebe mit einem geringen Anteil elastischer Elemente, die sich nach allen Richtungen regellos verschlingen. / (RHEINER *52b.*)

/ Das Perichondrium der hyalinen Kehlkopfknorpel ist reich an elastischen Fasern, welche mit den elastischen der Umgebung zusammenhängen. / (V. EBNER *99.*)

Lamina mediana cartilaginis thyreoideae. / HALBERTSMA nennt ein medianes Verbindungsstück des Schildknorpels beim Menschen Lamina mediana cartilaginis thyreoideae. Dasselbe scheint von RAMBAUD (J. A. CAVASSE, Essai sur les fractures traumatiques des cartilages du larynx. Diss. inaug., Paris 1859) zuerst genauer untersucht worden zu sein. Von der Substanz der Seitenplatten unterscheidet sich das Mittelstück durch größere Durchsichtigkeit und gelbliche Farbe, eine Folge des Vorwiegens der Grundsubstanz gegen die Knorpelzellen und der Beimischung elastischer Fasern aus den Stimmbändern. Diese findet nämlich HALBERTSMA, wie RAMBAUD genau mit dem Mittelstück verbunden, die oberen in der Gegend der oberen schmalen Stelle, die unteren an der bauchig verbreiterten. Von den unteren Stimmbändern ziehen die dem Rande nächsten Fasern, mit den entsprechenden der anderen Seite gekreuzt, auf die entgegengesetzte Seite; ein weiter nach außen gelegener Faserzug geht gerade in die Lamina mediana über und läßt sich eine Strecke weit in dieselbe verfolgen. / (HALBERTSMA *61* zum Teil nach dem Ref. von HENLE in dessen Bericht über 1860.)

Diese Lamina intermedia der Cart. thyr. fand in den folgenden Jahren mehrere Untersucher, deren Ergebnisse HENLE (in seinem Bericht über die Fortschritte der Anatomie im Jahre 1861, p. 117) kurz bespricht. Er erwähnt, daß nach LUSCHKA die Grenze zwischen Mittelstück und Seitenteilen gewöhnlich nicht durch ein Fasergewebe, sondern durch Züge schmaler länglicher Kerne ausgedrückt sei, zwischen welchen die Interzellularsubstanz mehr oder weniger gestreift zu sein pflege. HENLE selbst (Systemat. Anat. p. 231) findet das Mittelstück durch gedrängtere und kleinere Knorpelhöhlen ausgezeichnet. Die hyaline Grund-

substanz aber geht, nach seinen Beobachtungen, ohne Unterbrechung von der einen Seitenplatte auf die andere durch die Mittellinie über; die Grenze der großen Knorpelhöhlen der Seitenplatten gegen die kleineren des Mittelstücks bildet auf dem Horizontalschnitt ein schmaler Streifen solider Grundsubstanz. Indem Fasern aus dem Bindegewebswulst der den Winkel der Cart. thyreoidea ausfüllt und den Stimmbändern zum Ursprung dient, von der hinteren Fläche her eine kurze Strecke in das Mittelstück eindringen, erhält die der hinteren Oberfläche nächste Schicht des letzteren eine dem Faserknorpel ähnliche Textur.

/ Der Schildknorpel, im allgemeinen hyaliner Struktur, besitzt doch Stellen, an welchen auch Fasern zwischen den Knorpelzellen auftreten, so an den Rändern, an welchen die elastischen Haftbänder zum Zungenbein und zur Cartilago cricoidea ausgehen und noch mehr an der Vorderkante in der Höhe der wahren Stimmbänder, von welchen die äußersten Fasern weit in den Knorpel sich verlaufen, der dadurch gewissermaßen in drei Abschnitte, einen medianen, zwischen den Stimmbändern gelegenen (Lamina mediana, HALBERTSMA), und zwei laterale zerfällt. Beim neugeborenen Kinde ist eine Scheidung in drei Teile nur dadurch angedeutet, daß die, wie beim Erwachsenen, dichter stehenden Knorpelzellen des Mittelstücks beiderseits in einer auswärts konkaven Linie seltener und gleichzeitig größer erscheinen.

Eine wirkliche Dreiteilung des Schildknorpels kommt nur bei Vögeln vor. / (VERSON *71.*)

/ NICOLAS kommt zu folgenden Resultaten: Der Schildknorpel entwickelt sich, entsprechend der Ansicht von FLEISCHMANN und ARNOLD, aus zwei anfangs vollständig voneinander unabhängigen lateralen Hälften. Die beiden vereinigen sich später, beiben aber in der oberen Gegend getrennt und bilden so die Incisura thyreoidea. Unmittelbar nach der Geburt entsteht erst das unpaare Mittelstück (Lamina intermedia der Autoren). Das Mittelstück des Erwachsenen ist also eine sekundäre Bildung. / (NICOLAS *94.*)

/ Das Mittelstück (HENLE) Lamina mediana (HALBERSTMA) des Schildknorpels hat eine wesentliche Bedeutung als Wachstumspunkt für die medialen, aneinanderstoßenden Ränder der seitlichen Schildknorpelplatten. / (V. EBNER *99.*)

Seit durch meine Untersuchungen bekannt geworden ist, daß sich bei Monotremen (siehe oben p. 403, auch 391 und Fig. 185) das Stimmband an dem unpaaren Mittelstück (also einer Copula) des Schildknorpels anheftet, hat der Knorpel HALBERTSMAS meiner Ansicht nach weitere Bedeutung erfahren. Ich denke daran, daß jene ursprünglichen Verhältnisse der Monotremen ihre Spuren noch in der beim Menschen vorhandenen Anordnung zeigen. Es ließe sich dagegen manches einwenden, so z. B. die Angabe von NICOLAS, daß die Lamina intermedia des Menschen erst nach der Geburt entsteht. Dabei könnte es sich jedoch um eine zeitliche Verschiebung in der Entwicklung handeln. Auch das Fehlen eines HALBERTSMAschen Knorpels bei zahlreichen Säugetieren erscheint als eine Klippe für meine Deutung. Immerhin wäre es möglich, daß eben nur in jenen beiden (Monotremen und Homo sapiens) von einer gemeinsamen Stammform ausgehenden Entwicklungsreihen die diskrete Anlage jenes Knorpelstücks sich erhalten hätte. Aber auch wenn sich der HALBERTSMAsche Knorpel einzig und allein und neu beim Menschen anlegen würde, müßte man daran denken, daß hier eine lange verschwundene Gliederung

von neuem in die Erscheinung tritt, welche seinerzeit der den Monotremen und dem Homo sapiens gemeinschaftlichen Stammform zukam.

Verknöcherung. / Im Verlaufe des Lebens zeigen die echten Kehlkopfknorpel des Menschen Zustände faseriger und körniger Umwandlung, der Verknöcherung, der Inkrustation, der Rarefaktion durch Erweichung. Dieselben sind im höheren Alter oft alle gleichzeitig vorhanden und in sämtlichen Knorpeln mehr oder weniger ausgesprochen, doch zeigen einzelne Stellen derselben Vorliebe für diese, andere für jene Veränderung und einige behalten ihre Integrität in jeder Beziehung am längsten. Die faserige Umwandlung erscheint von allen anderen am frühesten und mag daher am ehesten eine Art physiologischer Berechtigung für sich in Anspruch zu nehmen. Schon nach den ersten 5 Lebensjahren zeigt sich diese Veränderung und zwar in ihrer reinsten Form in den Platten des Schildknorpels. Man findet alsdann die zentrale Schicht derselben in unterbrochenen Strecken der Quere nach von wellenförmigen Büscheln feiner sich dicht berührender Fasern durchzogen, welche durch ihre bräunliche undurchsichtige Beschaffenheit oft jede Spur von Zellen verdecken. Die körnige Umwandlung erscheint in den ersten Anfängen zum Teil schon vor dem 20. Lebensjahr und zwar am reinsten im Gießbeckenknorpel, und hier dient das Zentrum der Basis als erster Ausgangspunkt, während der obere Fortsatz beinahe unter allen Umständen frei bleibt. Die körnige Einlagerung erfolgt in der Interzellularsubstanz, zumal in der nächsten Umgebung der Zellen. Später finden sich auch die Zellen selbst mit körnigen Massen erfüllt, zuerst meist mit Fetttröpfchen.

RHEINER gibt das Verhalten der körnigen Substanz verschiedenen chemischen Reagentien gegenüber an, ohne jedoch die chemische Natur dieser Bildungen genügend aufhellen zu können.

Die Verknöcherung findet sich oft schon in den ersten zwanziger Jahren in deutlichen Spuren und sie ist innerhalb des 50. Lebensjahres nicht selten vollendet, während in anderen Fällen 70jährige Individuen noch größere nicht ossifizierte Partien zeigen. Bei Weibern bleibt die Verknöcherung ceteris paribus viel weiter zurück als bei Männern, und RHEINER traf dieselbe bei den ältesten Personen bis zu 80 Jahren stets unvollendet.

SÉGOND hat gefunden, daß die Ausgangspunkte für die Verknöcherung stets den Ansätzen der Muskeln entsprechen, was RHEINER bestätigt. Mitwirkend ist der größere Gefäßreichtum in den hinteren Partien des Kehlkopfes, wo die Verknöcherung in der Regel beginnt. Auch hinsichtlich der Reihenfolge der Lokalitäten für den Anfang der Verknöcherung schließt sich RHEINER den Angaben von SÉGOND an, doch widerspricht er der Angabe, daß der Ringknorpel die Priorität vor dem Schildknorpel besitze (bezüglich Anfang und Vollendung der Verknöcherung).

Beim Schildknorpel beginnt die Verknöcherung am hinteren unteren Winkel und schreitet von hier aus sowohl längs des hinteren Randes beider Platten hinauf gegen den Proc. sup. fort, als am unteren Rande bis hart über die kleine Tuberosität hinaus.

Im Ringknorpel beginnt die Verknöcherung am oberen Rande beider Seitenwände, im Umfang der kleinen Gelenkflächen für den unteren Fortsatz des Schildknorpels. Von hier aus schreitet der Prozeß zunächst nach hinten und nach unten gleichmäßig fort und erreicht erst zuletzt am vorderen Halbring seine Vollendung, indem er stets vom oberen Rande ausgeht, und die innere Oberfläche rascher als die äußere zu Knochensubstanz umwandelt.

Der Gießbeckenknorpel wird erst spät zum Sitze wirklicher Ossifikation, welche stets mit der Bildung eines äußerst fein spongiösen Gewebes endet. Hier bildet der Proc. musc. den Ausgangspunkt, worauf die Verknöcherung auf die zentralen Partien der Basis und die hintere konkave Fläche sich ausdehnt. Die äußerste faserknorpelige Spitze bleibt stets unverknöchert. Mit der Verknöcherung geht, wie SÉGOND nachgewiesen hat, stets eine Volumzunahme sämtlicher Knorpel einher, was RHEINER bestätigt.

Rarefaktion und Bildung eines alveolären Gewebes geht im allgemeinen Hand in Hand mit dem Prozeß der Verknöcherung. Es kommt zur Bildung eines dunkelroten gallertartigen Markes und sehr oft begegnet man einem gelben oder farblosen halbflüssigen Mark, das aus lauter großen Fettzellen besteht, gefäßarm ist und kaum eine Spur jener kleinen, dem roten Mark zukommenden Zellenelemente besitzt. Zwischen diesen Extremen finden sich zahlreiche Übergangsstufen, wo bald mehr die Markzellen (VIRCHOW), bald mehr die Fettzellen überwiegen.

Nur an wenigen Stellen zeigt sich konstant eine Umwandlung zu kompakter Knochensubstanz, und dies gilt vor allem von der unteren Inzisur des Schildknorpels, wo stets eine sehr feste Brücke die beiden durch und durch spongiösen Platten zusammenhält.

Inbezug auf das Gewebe selbst bildet in der Regel die intermediäre Schicht den Ausgangspunkt für die Verknöcherung, und zwar beginnt sie zuerst an der inneren Fläche der Knorpel, was beim Ringknorpel besonders deutlich zu sein pflegt. Von ihr aus setzen sich erst die Kalkablagerungen auf die peripherische und zentrale Schicht fort. Doch besteht hierfür keine feste Regel.

Auch einfache Infiltration mit Kalksalzen ohne Veränderung der Zellenwandungen ist nicht selten.

Rarefaktion durch Erweichung ist nicht selten. Man findet dann Hohlräume im Knorpel, die ein vollkommen flüssiges zellenloses Mark von farblosem oder gelblichem Fett einschließen./ (RHEINER *52b.*)

/Die Grundsubstanz der hyalinen Kehlkopfknorpel ist ursprünglich ganz homogen, wird aber später und zwar oft schon in jüngeren Jahren, vor allem in den Platten des Schildknorpels häufig körnig oder faserig, in der Regel folgt dann Ossifikation, häufig sind in den Kehlkopfknorpeln bloße Inkrustationen der Knorpelzellen und der Grundsubstanz durch kleine Kalkkrümel./ (KÖLLIKER *50/54.*)

/Verknöcherung der hyalinen Knorpel tritt in den meisten Fällen erst nach dem 40. Jahre ein, ausnahmsweise auch viel früher, schon um das 20. herum. Der Prozeß beginnt mit einfacher Ablagerung von Kalksalzen in das Grundgewebe und breitet sich ziemlich gleichförmig von den sogenannten Knochenkernen weiter aus. In der Nähe der Ossifikationsgrenze erscheinen die Knorpelzellen noch unverändert, aber weiter davon entfernt in der schon längere Zeit verkalkten Substanz sind sie durch zahlreiche Ausläufer sternförmig und unterscheiden sich in nichts von den gewöhnlichen Knochenkörperchen.

An den Faserknorpeln stellt sich im allgemeinen auch mit vorschreitendem Alter keine Verknöcherung ein; eine Ausnahme macht nur der Gießbeckenknorpel des Hundes, der doch ossifizieren kann./ (VERSON *71.*)

/Die Verknöcherung der Hyalinknorpel beginnt beim Manne zwischen dem 40. und 50. Jahre, beim Weibe viel später, sie nimmt ihren Anfang an den Rändern der Knorpel und geht, ziemlich symmetrisch fortschreitend,

an der Cart. thyreoidea von der Mitte des unteren Randes oder von der Hervorragung dieses Randes zu beiden Seiten der Mittellinie aus; sie zieht sich dann am hinteren Rande herauf, indes zugleich vorn in der Mitte zwischen dem oberen und unteren Rande ein Knochenkern entsteht. der der Verknöcherung des unteren Randes entgegenwächst. An der Cart. cricoidea verknöchert zuerst die Gegend um die Gelenkflächen für die Cart. arytaenoideae, oder der obere Rand zwischen diesen Gelenkflächen; am längsten erhält sich der vordere, niedere Teil des Ringes knorpelig. Die Verknöcherung der Cart. arytaenoidea beginnt an der Basis und namentlich an der Ecke, die den Muskel Insertionen bietet. Nur selten und im hohen Alter entwickeln sich Knochenkerne in den Cart. corniculatae./ (HENLE *73.*)

/Das, wie HENLE richtig angibt, hyalin knorpelige Corpusculum triticeum beginnt beim männlichen Geschlecht zu Ende der zwanziger Jahre, beim weiblichen Geschlecht sicher zu Ende der dreißiger Jahre zu ossifizieren. Total ossifizierte Corpuscula treten vom 40. Lebensjahre an auf. Die Ossifikation scheint von der Mitte des Corpusculum auszugehen, wie W. GRUBER wenigstens bei einem 30jährigen männlichen und 23jährigen weiblichen Individuum bestimmt gesehen hat./ (W. GRUBER *76.*)

/Bei menschlichen Embryonen von 1,2 cm Länge ist im Kehlkopf Knorpel noch nicht deutlich kenntlich. Wie die Kehlkopfknorpel entwickeln sich jedoch auch die Trachealknorpel sehr früh; anschließend die der größeren, und zuletzt die der kleineren Bronchien. Alle sind bereits vor der Entstehung der Tracheal- und Bronchialschleimdrüsen angelegt. In den beiden Hauptbronchi treten Knorpel erst bei Föten von 8—10 cm hervor.

Schon zu Ende des 2. und 3. Jahres treten wesentliche extrauterine Veränderungen in den Kehlkopfknorpeln auf (Inkrustation — RHEINER). Bis zu 6—8 Jahren folgt weitere Ausbreitung der körnigen Infiltration der Grundsubstanz und der Inkrustation der Zellen, bisweilen tritt schon in diesem Alter körnige Trübung als Anfangsstadium der körnigen Degeneration der Knorpelgrundsubstanz auf. Auch Fetttröpfchen treten schon in diesem Alter neben den Kernen physiologisch auf. Vom 10. bis 12. Lebensjahre an beginnt faseriger Zerfall der Knorpelgrundsubstanz aufzutreten. Vor der Pubertät enthält kein Kehlkopfknorpel blutführende Gefäße und nach der Pubertätsperiode ist jeder der größeren Kehlkopfknorpel immer ausgiebig vaskularisiert und bluthaltig. Die Vaskularisation ist ein sekundärer Prozeß, dem als Vorläufer und primär stets ausgedehnte und komplizierte Degenerationsvorgänge im Knorpel vorangehen. Außerdem aber bieten diese Knorpel nach der Pubertät eine von der früheren verhältnismäßig einfachen Struktur ganz verschiedene Mannigfaltigkeit in ihren histologischen Verhältnissen dar, indem Knorpelzerfall, Knochen- und Markraumbildung und unter Umständen Verfettung, Verkalkung und Verschleimung des Gewebes in bunter Folge miteinander wechseln. Vom 50.—55. Jahre beginnend, gehen in den physiologischen Texturverhältnissen der Kehlkopfknorpel Veränderungen vor sich, welche nicht mehr als progressive unter erhöhter Lebenstätigkeit dieses Organes eintretende Prozesse aufzufassen, sondern welche den regressiven senilen Metamorphosen zuzurechnen sind. Dabei wird der Inhalt der im Innern der Knorpel liegenden, stetig wachsenden Erweichungsräume dem roten Knochenmark immer unähnlicher und mehr und mehr zu reinem Fettmark; gleichzeitig sistiert die Umbildung von Knorpelgewebe und es er-

gibt sich schließlich unter Resorption der vorhandenen spongiösen Knochenmasse ein Zustand, in welchem die drei größeren Kehlkopfknorpel in ihrer Form nur erhalten werden durch eine dünne Knochenschale, welche eine von wenigen Gefäßen durchzogene Fettmasse umschließt./ (SCHOTTELIUS *79*.)

/ Die ältere Literatur über Verknöcherung der menschlichen Kehlknorpel bespricht CHIEVITZ *82* eingehend auf p. 303ff. Die Verknöcherung der Kehlkopfknorpel wurde durch REALDUS COLUMBUS 1572, diejenige der Trachealknorpel durch P. DIONIS 1696 nachgewiesen. Durch die Arbeiten von NAUMANN *51*, RHEINER *52 b*, und KÖLLIKER (Handbuch der Gewebelehre 1863, 4. Aufl.) wissen wir, daß sogenannter echter Knochen in den Kehlknorpeln gebildet wird. Dieselben Stufen, welche die Lehre vom Knochengewebe überhaupt, besonders von der Osteogenese durchgemacht hat, finden sich auch hier wieder. So geht NAUMANN *51* davon aus, daß der Knochen durch direkte Umwandlung des Knorpels entsteht; KÖLLIKER 1863 dagegen schließt sich der von H. MÜLLER 1858 näher entwickelten Auffassung an, wonach der Knorpel zunächst zugrunde geht und dann der Knochen neu von den Markräumen aus entsteht. VERSON scheint auf die direkte Umwandlung des Knochens zu halten, und endlich machen sich bei SCHOTTELIUS *79* Einwirkungen der in neuerer Zeit von HEITZMANN und KASSOWITZ dargestellten Auffassungen geltend, nach denen wenigstens einiger Anteil in der Bildung des neuen Knochens dem Knorpel beigelegt wird.

Eine Angabe von GEGENBAUR, nach welcher die Trachealknorpel der Vögel ein Beispiel für Knochenbildung durch direkte Umwandlung von Knorpel darbieten sollen, wird von v. EBNER geleugnet, welcher den Knochen nur längs der Markräume findet, und ihn von diesen her abgesetzt annimmt.

CHIEVITZ untersuchte Larynx und Trachea von ca. 270 Individuen aus allen Altersstufen.

Entgegen den Angaben der früheren Autoren (deren Zusammenstellung siehe bei CHIEVITZ *82*, p. 307f.) findet CHIEVITZ: Bei allen männlichen Individuen über 20 Jahre und bei allen weiblichen über 22 Jahre hat die Verknöcherung schon ihren Anfang genommen. Die Verknöcherung tritt zuerst in den Cc. thyr. und cric. auf und zwar in beiden ungefähr gleichzeitig, darauf kommt die C. aryt. und zuletzt die Trachea (mit RAMBAUD-RENAULT). Doch kommen in bezug auf das Alter bedeutende individuelle Verschiedenheiten vor. Aus dem das Vorschreiten der Verknöcherung innerhalb der einzelnen Knorpel behandelnden Kapitel gebe ich die Tabelle wieder, in der das jüngste Alter, in welchem CHIEVITZ vollständige Verknöcherung fand, angegeben, wobei zugleich die Gesamtzahl der völlig verknöcherten Fälle aufgeführt ist.

		Jüngstes Individuum	Gesamtzahl der vollständig verknöcherten Fälle
C. thyr.	Männer	50 Jahre	9
	Weiber	76 „	1
C. cric.	Männer	44 „	15
	Weiber	76 „	1
C. aryt.	Männer	75 „	1
	Weiber	85 „	1
Trachea	Männer	50 „	9
	Weiber	78 „	4

CHIEVITZ findet, daß die Knorpel, im ganzen genommen, mit dem vorrückenden Alter in höhere Stufen der Verknöcherung hinaufrücken, aber dies geschieht keineswegs egal; wollte man durch die Zeichen seiner Tabelle eine Kurve legen, dann würde diese von höchst unregelmäßiger Beschaffenheit sein.

Betreffend die eingehende Detailbeschreibung, wie die Verknöcherung in den einzelnen Skelettstücken fortschreitet und an welchen Stellen der einzelnen Knorpeln sie beginnt, verweise ich auf die Originalarbeit.

CHIEVITZ schildert danach den Bau der unverknöcherten Kehlknorpel (C. thyr., cric., aryt. und Trachea). Der Einteilung dieser Knorpel in drei Schichten (periphere, intermediäre und zentrale, RHEINER) liegt die Beschaffenheit der Knorpelhöhlen und der in diesen eingelagerten Zellen zugrunde. An nicht wenigen Stellen des Kehlkopfes findet sich ein Gemisch von Knorpel und Bindegewebe. Gefäße werden bei keinem erwachsenen Individuum in den Kehlknorpeln vermißt.

Bei der Verknöcherung der menschlichen Kehlknorpel tritt der Knochen überall nur am Rande von im Knorpel ausgeschmolzenen Räumen auf, welche mit einem von dem Perichondrium her eingewachsenen gefäß- und zellenhaltigen jungen Bindegewebe erfüllt sind. Über die feineren mikroskopisch-anatomischen und histologischen Verhältnisse bei der Verknöcherung der menschlichen Kehlknorpel gibt CHIEVITZ eine gedrängte Darstellung in seiner Zusammenfassung, welche ich hier anschließe.

Die Verknöcherung in den Kehlknorpeln des Menschen ist ein normaler Vorgang, welcher seinen Anfang nimmt um die Zeit, wo das übrige Skelett im Abschlusse seines Wachstums begriffen ist. Sie schreitet in bestimmter Reihenfolge vor, sowohl was das Verhalten der Skelettteile unter sich anbelangt, als innerhalb jedes einzelnen Knorpels, aber mit individuell sehr verschiedener Intensität. — Beim Manne erreicht die Verknöcherung eine größere Ausbreitung als beim Weibe. — Die von früheren Untersuchern als Folge der Verknöcherung angegebenen Verdickungen usw. betrachtet CHIEVITZ, auf sein Material gestützt, als etwas nicht Konstantes, Individuelles. — Der Vorgang steht in histogenetischem Verhältnisse zu gefäßführendem jungem Bindegewebe, welches teils schon am Anfange der Verknöcherung sich im Knorpel findet, in welchen es einige Zeit vorher vom Perichondrium aus hineingewachsen ist, teils während des Vorschreitens des Prozesses sich vom Perichondrium oder von dem schon im Knorpel vorhandenen Markgewebe aus entwickelt. — An der Stelle des hierdurch zugrunde gegangenen Knorpels wird Knochen gebildet. Derselbe ist von fibrillärer Struktur, lamellenweise abgesetzt, meistens als spongiöse, an einigen bestimmten Stellen als kompakte Knochensubstanz angeordnet. — Die Knochenbildung nimmt ihren Anfang in den tieferen Teilen der Knorpel und breitet sich allmählich aus unter stetem Wechsel von Knochenbildung einerseits, Resorption von Knorpel und Knochen andererseits, durch den ganzen betreffenden Skelettteil. — Indem die Resorptionsprozesse über die Neubildung von Knochen überwiegen, kommt es dahin, daß die Skelettteile zuletzt aus einer oberflächlichen, dünnen, stellenweise sogar durchbrochenen Knochenplatte bestehen, welche einen großen Markraum einschließt, dessen Inhalt mittlerweile stark fetthaltig geworden ist. — Die Knochenresorption geschieht durch eine Art von Maceration, durch welche die Knochenfibrillen isoliert und aufgelöst werden. Die hierdurch freigemachten Fibrillenenden verleihen den Resorptionsflächen ein charakteristisches Aussehen.

Die Resorptionsflächen sind teils mehr eben, teils in Howshipsche Lakunen ausgenagt. „Osteoklasten" kommen nicht vor. — Die Verknöcherung geschieht zum weit überwiegenden Teil endochondral; das Perichondrium nimmt an der Knochenbildung nur einen ganz unbedeutenden Anteil, und auch dies nicht, bevor der endochondrale Verknöcherungsvorgang zur Oberfläche hinaus gelangt ist. / (CHIEVITZ *82.*)

/ Die Ossifikation der Kehlkopfknorpel beim Mann beginnt vom 40. bis zum 50. Lebensjahre und bisweilen früher, beim Weib im allgemeinen vom 70. bis zum 80. Jahr. Der Schildknorpel ossifiziert meist zuerst in seinem mittleren Teil und die Ossifikation setzt sich dann nach rechts und links auf den unteren Rand fort. Fast zur selben Zeit zeigt sie sich an den hinteren Rändern, später auf dem oberen, nur bei sehr hohem Alter kommt es beim Manne zur vollkommenen Ossifikation des Schildknorpels und beim Weib bleibt dieselbe stets unvollkommen. — Die Ossifikation des Ringknorpels beginnt in dessen dickstem Teil. Später erscheinen am horizontalen Teil seines oberen Umfanges zwei kleine Kerne, welche sich in der Medianlinie vereinigen, gleichzeitig verschmelzen sie mit den lateralen Kernen. Noch später zeigt sich ein Knochenkern am vorderen Teil desselben Umfanges; derselbe vereinigt sich gleichfalls mit den lateralen Knochenmassen. — Beim Arytaenoidknorpel beginnt die Ossifikation an der äußeren Apophyse. Bald nachher und bisweilen gleichzeitig bemächtigt sie sich der vorderen Apophyse. Diese beiden Kerne vereinigen sich und die daraus resultierende kleine Knochenmasse wächst von unten nach oben, steigt jedoch selten bis zur Spitze. / (SAPPEY *89.*)

/ In den Kehlkopfknorpeln beginnt schon in den zwanziger Jahren beim Menschen eine eigentümliche Faserbildung; zuerst im Innern, dann weiter nach außen fortschreitend bis dicht unter das Perichondrium. Die Fasern nehmen zunächst nur die Partien des Balkennetzes, also die ältesten und dem Einfluß der Zellen am meisten entzogenen Gebiete ein. Später werden auch die Chondrinballen in Mitleidenschaft gezogen und die Zellen erleiden Veränderungen ihrer Gruppierung und Beschaffenheit. Schließlich kann eine Zerklüftung und Höhlenbildung eintreten.

Verkalkung tritt (umgekehrt, wie die Faserbildung, immer zuerst in den den Zellen zunächst liegenden Teilen) in den Kehlkopfknorpeln beim Menschen in den zwanziger Jahren auf, später in den Trachealknorpeln.

Verknöcherung (wahre Knochenbildung) tritt in den Kehlkopfs- und Trachealknorpeln mit großer Regelmäßigkeit auf (darüber vergl. oben die Angaben von CHIEVITZ *82*). / (SCHIEFFERDECKER in BEHRENS, KOSSEL und SCHIEFFERDECKER *91.*)

/ Die Verknöcherung der Kehlkopfknorpel, welche unter Einwanderung eines gefäßhaltigen Gewebes in dem teilweise verkalkenden und der Resorption verfallenden Knorpel auftritt, beginnt, wie schon SÉGOND (Arch. gén. de méd. 1847) hervorhob, an bestimmten Stellen und schreitet von diesen aus immer wesentlich in derselben Weise fort.

Die Verknöcherung geschieht wesentlich nach endochondralem Typus. Der neugebildete Knochen ist spongiös mit Hohlräumen, die von fetthaltigem Marke erfüllt sind. Perichondral wird nur wenig Knochen gebildet. / (v. EBNER *99.*)

/ H. BERGEAT (Gewichtsbestimmungen in den Kehlkopfknorpeln und über den Gehalt derselben an Trockensubstanz. Arch. f. Laryngol. u. Rhinol., Bd. VI, 1898, p. 198—213) bestätigt im allgemeinen die Ergebnisse von CHIEVITZ, doch findet er in einem Falle schon im Kehlkopf

eines 17jährigen Mädchens die ersten Spuren der Verknöcherung. BERGEAT ist der Ansicht, daß die Anfänge der Verknöcherung jedesmal der Anheftungsstelle einer Bandmasse oder eines Muskels entsprechen, daß also die Verknöcherung des Kehlkopfs von ziehenden Kräften abhängig ist. SCHEIER (siehe unten) schließt sich dem nicht an. / (Nach dem Ref. von MERKEL *02*.)

/ SCHEIER hat die Ossifikation des Kehlkopfs vermittelst Röntgenstrahlen untersucht. Die Verknöcherung des menschlichen Kehlkopfs beginnt nach BICHAT um das 36.—40. Jahr, nach HENLE in der Regel beim Manne zwischen dem 40.–50. Jahre, beim Weibe viel später. Nach SAPPEY beginnt sie beim Manne im 40.—50. Lebensjahr, zuweilen etwas früher, bei der Frau dagegen zeigt sich der Beginn der Ossifikation im allgemeinen zwischen dem 70.—80. Jahre. Ja bei mehreren Kehlköpfen von Frauen, welche dieses Alter erreicht hatten, existierte nach SAPPEY noch keine Spur eines Knochenkernes. In den meisten größeren Handbüchern der Jetztzeit finden wir den Anfang des Verknöcherungsprozesses in das mittlere oder vorgerückte Lebensalter hineinverlegt. So gibt MORITZ SCHMIDT in der neuesten Auflage seines berühmten Lehrbuches an, daß die Kehlkopfknorpel erst nach dem 40. Jahre zu ossifizieren anfangen.

SCHEIER findet nun, daß die Verknöcherung bedeutend früher beginnt, als man meist bisher annahm. Schon im 19. Lebensjahr finden sich im hinteren Teil des Schildknorpels die ersten Spuren des Knochengewebes. Die Verknöcherung des Kehlkopfes beim Menschen ist demnach als ganz normaler Prozeß, als ein physiologischer Vorgang anzusehen, welcher ungefähr um die Zeit, wo die übrigen Skeletteile ihr Wachstum abschließen, seinen Anfang nimmt.

Bezüglich Ausbreitung der Verknöcherung der einzelnen Knorpel des Kehlkopfs, welche SCHEIER eingehend in Wort und Bild zur Darstellung bringt, ergaben sich keine wesentlichen Differenzen von der Darstellung von CHIEVITZ; so wird besonders der verschiedene Verlauf der Verknöcherung des Schildknorpels bei beiden Geschlechtern bestätigt.

Auch bezüglich der feineren histologischen Verhältnisse der Ossifikation des Kehlkopfs kann SCHEIER die Ergebnisse von SCHOTTELIUS und CHIEVITZ bestätigen und erweitern.

Eingehende Würdigung finden in der Arbeit SCHEIERS besonders auch die Unterschiede in der Verknöcherung zwischen männlichem und weiblichem Kehlkopf, wobei sich auch ergab, daß sich vermittelst Röntgenstrahlen feststellen ließ, daß bei Eunuchen die Verknöcherung des Kehlkopfs nach dem weiblichen Typus verläuft.

Endlich konstatierte SCHEIER durch Röntgographie von Seriensägeschnitten, daß sich auch im feineren Bau der Spongiosa in der inneren Architektur des ossifizierten Kehlkopfs eine gewisse Regelmäßigkeit und Gesetzmäßigkeit erkennen läßt. / (SCHEIER *01*.)

Muskulatur des menschlichen Kehlkopfs.

Das makroskopische Verhalten und die Nomenklatur der menschlichen Kehlkopfmuskeln siehe (auch sämtliche Lehrbücher der menschlichen Anatomie) bei LAUTH *35*, v. LUSCHKA *71*, MERKEL *99*, p. 88 f., MERKEL *02*, p. 28 ff.

/ Die Muskeln des Kehlkopfs sind quergestreifte Fasern von 0,016—0,024‴. / (KÖLLIKER *50*/*54*.)

/ Die Muskeln des Kehlkopfs sind quergestreift, die der Luftröhre und Bronchien sind glatte Bündel, deren Sehnen, wie KÖLLIKER gezeigt

hat, ganz aus elastischen Fasern zusammengesetzt sein können. / (LEYDIG *57*, p. 370.)

Über die Muskulatur des menschlichen Kehlkopfs vergl. auch VERSON *68*, p. 1095 ff. VERSON beschreibt quergestreifte Muskeln mit gabeliger Zwei- und Dreiteilung. / (VERSON *68*.)

Blutgefäße des menschlichen Kehlkopfs.

Die Verbreitung der Gefäße im Kehlkopf wird wesentlich durch den Zug der Faserung bestimmt. Die größeren, in der elastischen Schicht verlaufenden Stämmchen verlaufen derselben entsprechend und verbinden sich durch querverlaufende Ästchen, so ein in die Länge gezogenes Maschennetz bildend. Nach oben in die Bindegewebslage entsendet dasselbe feine Kapillaren, welche hier gleichfalls zu einem Netze zusammentreten. Aus ihm gehen in gleicher Weise größere Gefäßchen hervor, die in den tiefergelegenen Schleimhautschichten wieder unter längsgestreckten Maschen sich vereinigen. Infolge dieser Verhältnisse entspricht die Längsstreckung des Netzes oberhalb der Stimmritze und an dieser selbst der horizontalen Richtung, während sie unterhalb derselben und am deutlichsten in der Trachea den entgegengesetzten Weg geht (vergl. die Zeichnung bei KÖLLIKER II, 2, p. 306). / (RHEINER *52b*.)

Die Blutgefäße des Kehlkopfs zeigen in der Mucosa dasselbe Verhalten wie im Pharynx und bilden schließlich ein oberflächliches Kapillarnetz. (KÖLLIKER *50/54*.)

/ LUSCHKA kennt ein Blutgefäßnetz im Bereich der Stimmbänder, an allen anderen Lokalitäten der Kehlkopfschleimhaut ein gröberes Maschenwerk und aus diesem hervorgehend ein polygonales, stellenweise sehr engmaschiges Kapillarnetz, dessen Bestandteile um so feiner werden, je weiter gegen die Oberfläche hin sie ihre Ausbreitung finden. / (v. LUSCHKA *69a* und *71*.)

/ In der Schleimhaut finden sich drei der Tiefe nach wohl geschiedene Blutgefäßnetze. An der hinteren Kehldeckelfläche fehlt das mittlere Gefäßnetz. / (TOLDT *88*.)

P. HEYMANN, welcher die Gefäße der laryngo-trachealen Schleimhaut beim Menschen untersuchte, bestätigt im wesentlichen die Befunde von BOLDYREW *71a* (siehe oben p. 374), FAUVEL *79* (siehe oben p. 374 f.), und SPIESS *94*. SPIESS und P. HEYMANN konstatieren, daß die Arterien relativ spärlich und eng, die Venen dagegen erheblich weiter und zahlreicher seien. Nach FAUVEL *79* sind die zahlreichen Drüsen und Lymphknötchen von einem feinen Kapillarnetze umgeben, was auch SPIESS *94* angibt. / (P. HEYMANN *98*.)

Im Gebiete des unteren Randes der Schildknorpelplatten, wo die den Kehlkopf versorgenden Arterien anastomotische Verbindungen eingehen, findet man zwischen dem Perichondrium und den an der Innenseite befindlichen Muskeln an Durchschnitten zahlreichere kleine Arterienästchen; ein diesen korrespondierender Plexus von kleineren, 0,1—0,3 mm weiten Venen findet sich etwas tiefer unten, dicht am inneren Perichondrium des Ringknorpelbogens, nahe an dessen oberem Rande. Reichliche Kapillaren erhalten, abgesehen von den Drüsen, insbesondere die Oberfläche der Schleimhaut und deren Papillen bis dicht an das Epithel heran. Aus denselben entwickeln sich sofort kleine oberflächliche Venen, die weiter nach der Tiefe an Umfang zunehmen. Relativ arm an Gefäßen ist das Stimmband. / (v. EBNER *99*.)

Lymphgefäße des menschlichen Kehlkopfs.

/ Die Schleimhaut des Kehlkopfs und der Luftröhre enthält zahlreiche Lymphgefäße, welche überall Netze bilden. Sie finden sich sowohl in der Tunica mucosa, als auch in dem darunter liegenden Bindegewebe. Wo das Gewebe in straffer Spannung sich befindet, sind die eingelagerten Saugaderkapillaren dünner und sparsamer als in den schlaff liegenden Geweben. Die Kapillarnetze im Kehlkopf des Menschen bestehen aus zwei Schichten, aus einer äußeren und einer inneren, die sich jedoch nicht überall gleich deutlich voneinander trennen lassen.

Im menschlichen Kehlkopf und in der Luftröhre liegen die Lymphkapillaren bedeckt von den Blutkapillaren; die letzteren liegen somit der Epitheliumschicht näher als die ersteren. Ein solches Verhalten zeigen jedoch hauptsächlich nur die eigentlichen Kapillaren der Blutgefäße, während ihre Stämmchen mehr außerhalb des Bereiches der Lymphgefäßkapillaren verlaufen. / (TEICHMANN *61.*)

/ LUSCHKA gibt eine ihm von TEICHMANN zur Verfügung gestellte Darstellung der Lymphgefäße des menschlichen Kehlkopfs wieder, der ich folgendes entnehme. Die in der Kehlkopfschleimhaut vorhandenen Lymphgefäßkapillaren bilden ein ununterbrochenes Netz. Die Drüsen haben keine Lymphgefäße. Die Lymphkapillaren der Kehlkopfschleimhaut sind von den Blutgefäßkapillaren vollständig getrennt und unabhängig. Die Lymphkapillaren liegen tiefer als die Blutkapillaren. Im Ventriculus laryngis lassen sich eine äußere, dem Epithel näher liegende, und eine innere Schicht von Lymphgefäßen unterscheiden, erstere in der Schleimhaut, die zweite in dem submukösen Bindegewebe gelagert. / (v. LUSCHKA *71.*)

/ FOURNIÉ hat das Bestehen einer submukösen Bursa serosa angegeben, der er eine große Bedeutung für die Tonbildung zuschrieb. COYNE versichert auf Grund der Untersuchung von über 25 menschlichen Kehlköpfen, daß diese Bursa nicht besteht. / (COYNE *74a*, *b* u. *c.*)

/ POIRIER beschreibt die Lymphgefäße des menschlichen Kehlkopfs makroskopisch, gibt eine Abbildung derselben in der subglottischen Region und beschreibt einen (nur von TILLAUX, Anat. top. 1882, p. 413 erwähnten) praelaryngealen in dem Cricothyreoidealraum gelegenen Lymphknoten genauer.

Die Larynxschleimhaut besitzt ein Lymphgefäßnetz, welches die oberflächlichste Schicht der Lamina propria mucosae einnimmt, dasselbe in der Regio vestibularis ventricularis und subglottica gleich entwickelt, nimmt sehr bedeutend ab in der Gegend des freien Stimmbandrandes, besonders des unteren. Die Lymphstämme, obere und untere, folgen den Arterien (Laryngea superior und inferior). / (POIRIER *87a* und *b.*)

/ Die Lymphgefäße der Kehlkopfschleimhaut sind zu zwei, nicht sehr scharf getrennten Netzen geordnet, von denen das tiefere aus weiten, das oberflächlichere aus engeren Röhrchen geformt wird. Das letztere liegt unter dem oberflächlichen Blutkapillarnetz. / (TOLDT *88.*)

/ Die Lymphgefäßkapillaren der laryngotrachealen Schleimhaut bilden beim Menschen flache unter der Schleimhaut liegende Netze von unregelmäßigem Bau und unregelmäßiger Maschenbildung. Die Lymphkapillaren liegen tiefer wie die Blutgefäßkapillaren. TEICHMANN *61* und LUSCHKA *71*, SAPPEY *85*, KLEIN *75* und POIRIER *87b* geben an, daß an einzelnen Stellen, so an der hinteren Fläche der Epiglottis und an der Oberfläche der Stimmlippen, die Lymphgefäße nur e i n e Schicht bilden, während an

anderen Stellen, an denen das Gewebe der Schleimhaut lockerer und dicker sei, sich zwei übereinanderliegende Netze nachweisen lassen. Sehr reich ist das Netz nach SAPPEY *85* an den ary-epiglottischen Falten und auf dem oberen Teile der Taschenbänder. Auf den wahren Stimmbändern wird es spärlicher und bildet nur eine Schicht langgestreckter weitläufiger Maschen. Auch die Schleimhaut des unteren Kehlkopfraumes ist mit einem reichen Netze von Lymphgefäßen versehen, welches sich in gleicher Weise in die Schleimhaut der Luftröhre fortsetzt. Das subglottische Lymphgefäßsystem hat POIRIER *87b* (siehe oben) nachgewiesen./

Aus den glattwandigen Lymphkapillaren entstehen klappenführende Lymphgefäße. Letztere münden teils in die auf dem Ligamentum conicum sich regelmäßig findende Lymphdrüsengruppe (Ganglion prélaryngé POIRIER *87b*) teils laufen sie nach oben, um sich in die um die Bifurkation angeordneten Ganglien zu ergießen (POIRIER), teils enden sie in die zu beiden Seiten des membranösen Teiles der Luftröhre befindlichen Lymphdrüsen (TEICHMANN, LUSCHKA *71*). Diese kleinen Lymphdrüsen haben GOUGENHEIM und LEVAL-PIQUECHEF (Gaz. hebdom. 1881, 9./IX und Ann. d. mal. d. l'oreille etc. X, 1884, S. 15) zum Gegenstand einer besonderen Untersuchung gemacht./ (P. HEYMANN *98*.)

/Die Lymphgefäße bilden im unteren Teile des Kehlkopfs und im Bereiche der Taschenbandfalten zwei übereinanderliegende Netze; im Stimmbande bilden die Lymphgefäße der Richtung der Faserung folgende, langezogene Maschen./ (v. EBNER *99*.)

/MOST *00* (vergl. auch MOST *99*) hat das makroskopische Verhalten der Lymphgefäße des Kehlkopfinnern sowie der regionären Lymphstämme und Lymphdrüsen des Kehlkopfs beim Menschen untersucht und kommt zu folgenden Resultaten. 1. Die Schleimhaut des Kehlkopfs zeigt im Vergleich zu anderen Schleimhäuten im großen und ganzen etwa einen mittleren Reichtum von meist zarten Lymphgefäßen; die Menge derselben wechselt jedoch in den einzelnen Teilen des Organs und ist, wie bereits TEICHMANN hervorhob, von der Spannung und Dicke der Schleimhaut abhängig. Dementsprechend sind besonders die dem Oesophaguseingang zugekehrte Schleimhautbedeckung der Ringknorpelplatte und im Kehlkopf die Gegend der Morgagnischen Taschen von dichten Netzen relativ weiter Saugaderkapillaren durchzogen, während an den anderen Teilen dieselben enger sind und weniger dicht liegen, und an den wahren Stimmbändern so zart und spärlich sind, daß ihre Füllung mit dem Farbstoffe nur unvollkommen gelingt und auch von den angrenzenden Schleimhautabschnitten aus eine Injektion über sie hinweg niemals glückte. 2. Man kann sonach im Kehlkopfinnern praktisch zwei Lymphgebiete, ein oberes und ein unteres unterscheiden, die durch die wahren Stimmbänder voneinander gesondert sind, und nur an der hinteren Kehlkopfwand miteinander in freier Verbindung stehen. Im übrigen kommunizieren die Schleimhautnetze des Kehlkopfs überall unter sich und mit der Umgebung. 3. Die Lymphgefäße des Kehlkopfs verlassen an drei Stellen das Organ; nämlich: a) durch die Membrana thyreohyoidea nahe den Vasa laryngea superiora treten die Abflußkanäle aus dem oberen Lymphgebiet und der Epiglottis; sie ziehen hinüber zu den tiefen zervikalen Drüsen, vornehmlich zu denen, die nahe der Bifurkation der Carotis oder etwas weiter abwärts liegen; b) durch das Ligamentum conicum treten wenige zarte Gefäße zu ein oder zwei präläryngeal gelegenen Drüsen und können weiterhin einerseits über den Isthmus thyreoideae zu einer prätrachealen, andererseits um den Schildlappen herum

zu den zervikalen (an der Jugularis gelegenen) Drüsen gelangen. Das Quellgebiet dieser Lymphknoten ist in erster Linie der vordere Teil der subglottischen Kehlkopfschleimhaut. c) Durch das Ligamentum crico-tracheale hinten neben dem membranösen Teil der Trachea treten zarte Gefäße, welche die Lymphe vorwiegend aus dem hinteren Teil des unteren Kehlkopflymphgebietes sammeln; sie kommunizieren mit Drüsen, die entlang dem Rekurrens und Vagus in der von Oesophagus und Trachea gebildeten Furche bis hinab zur oberen Brustapertur zu finden sind und dann seitlich mit den Gl. supraclaviculares in Verbindung stehen. Most bezeichnet diese Drüsen als peritracheale Drüsen. Wiederholt fand sich eine Drüse nächst dem Durchschnitt der Gefäße durch das Ligamentum crico-tracheale, sowie eine zweite an der hinteren Zirkumferenz der Schilddrüse, hinter dem Oesophagus. Mitunter treten auch feine Gefäße auf die der Trachea zugekehrte Schilddrüsenfläche über und dort zu einigen Drüsen, deren eine häufig nahe dem unteren Schilddrüsenpol lag. Es ist hervorzuheben, daß die zu den Drüsen ziehenden Lymphgefäßstämme des oberen Lymphgebietes (sub a) an Kaliber diejenigen des unteren Kehlkopflymphgebietes (sub b und c) weit übertreffen. 4. Die Lymphgefäße der Trachea bilden zarte und feine Netze, deren Maschenrichtung der Lage der Knorpel entspricht und an der Pars membranacea sich parallel der Längsachse des Rohres stellt. Die Gefäße verlassen meist seitlich, einige wenige an der vorderen Zirkumferenz das Organ. 5. Von Lymphgefäßen des Rachens stehen diejenigen des Cavum pharyngo-laryngeum zum Kehlkopf in Beziehung. Dort treten die Gefäße im Sinus piriformis zusammen und begeben sich durch die Membrana thyreo-hyoidea mit denjenigen des oberen Kehlkopflymphgebietes zu den zervikalen Drüsen. 6. Die regionären Drüsen für den Kehlkopf sind demnach vor allem die tiefen zervikalen Ganglien; aus der unteren Larynxhälfte jedoch und aus der Trachea fließt die Lymphe in Drüsen, die seitlich der Luftröhre liegen, sowie zu solchen, die prälaryngeal und prätracheal sich befinden. Die Gl. supraclaviculares sind nur von sekundärer Bedeutung. Häufig ziehen Lymphgefäße auch hier, wie überall, an näher gelegenen Drüsen vorbei zu entfernteren; ein direktes Überspringen ganzer Etappengruppen, also z. B. eine direkte Injektion supraclavicularer Ganglien unter Umgehung der zervikalen beobachtete Most beim Kehlkopf nicht. (Most *00*.)

Lymphgewebe des menschlichen Kehlkopfs.

Lindemann fand Noduli beim Menschen über die Epiglottis verbreitet und in einem anderen Fall im ganzen Kehlkopf samt der Trachea bis zur Bifurkationsstelle. Er denkt daran, daß auch diese Noduli physiologischer Natur sein könnten. (Lindemann *69*.)

Als eine nirgends fehlende subepitheliale Schicht von wandelbarer Dicke beschreibt Luschka (p. 172) eine kurz- und feinfaserige Bindesubstanz, in welche zahlreiche Formelemente anderer Art eingestreut sind. Dieselben erscheinen als größere und kleinere zart granulierte Körperchen, an welchen sich mitunter Spuren der Vermehrung durch Teilung bemerklich machen. Sie bestehen aus einem Nucleus und einer Protoplasmarinde. An den unteren Stimmbändern sind diese Körperchen weniger zahlreich als anderwärts in der Schleimhaut des Kehlkopfes. Luschka erkennt die Zellen als Wanderzellen, erklärt sie jedoch im Geiste der damaligen Zeit geradezu als Matrix des Epitheliums.

Das darunterliegende Fasergerüst der Kehlkopfschleimhaut besteht aus Zellstoffbündeln von exquisit wellenförmigem Verlauf mit eingelagerten spindelförmigen Körperchen. / (v. LUSCHKA *69a* und *71*.)

/ LUSCHKA gibt eine Abbildung des Flimmerepithels von der Schleimhaut der Taschenbänder und des geschichteten Pflasterepithels von den wahren Stimmbändern, von denen besonders deutlich die erstere die subepitheliale LUSCHKAsche lymphoide Schicht zeigt. / (v. LUSCHKA *69a*.)

/ LUSCHKA gibt Abbildungen von Pflasterepithel, von Flimmerepithel, von seiner subepithelialen Schicht, von den Papillen und Blutgefäßen aus dem menschlichen Kehlkopf. Unter normalen Verhältnissen ist die Schleimhaut des menschlichen Kehlkopfs frei von adenoider Substanz (diffus oder konzentriert). In Ausnahmefällen finden sich jedoch Noduli im Vestibulum laryngis, vorzugsweise an der Grenze der Plica ary-epiglottica und des Kehldeckels, aber auch an der hinteren Seite des letzteren (15 Jahre alter Selbstmörder). / (v. LUSCHKA *71*.)

/ Die unter dem Epithel liegende Schicht der Larynxschleimhaut besteht aus einem retikulierten, dem lymphoiden Gewebe analogen Gewebe, worin sie sich der Dünndarmschleimhaut nähert.

Im oberflächlichen Teil der Lamina propria mucosae des menschlichen Larynx finden sich den Noduli des Dünndarmes analoge Lymphorgane. / (COYNE *74a*, *74b* und *74c*.)

/ Während Noduli im Kehlkopf von Haustieren schon von mehreren Autoren bestätigt sind, ist in der Kehlkopfschleimhaut des Menschen das Vorkommen solcher bis jetzt nicht als konstant angenommen. LUSCHKA (siehe oben) findet das Vorkommen Noduli ähnlicher Bildungen nur ausnahmsweise.

HEITLER findet, daß die adenoide Substanz an der normalen Kehlkopfschleimhaut des Menschen ein konstantes Vorkommen bildet, und zwar an den ary-epiglottischen Falten unweit der Stelle, wo das Pflasterepithel in das Zylinderepithel übergeht, ferner in der die Arytaenoidknorpel bedeckenden Schleimhaut, und zwar ist die stärkste Anhäufung von adenoider Substanz im obersten Teil derselben, also diejenige Schleimhautpartie, welche die Santorinischen Knorpel bekleidet; nach abwärts nimmt die Menge derselben ab. Auch nach innen von den Arytaenoidknorpeln, also gegen die Vereinigung der beiden Schildknorpelplatten zu kommt adenoides Gewebe, wie dies schon VERSON angegeben, konstant vor, ferner in der Schleimhaut, welche den vordersten Abschnitt der Morgagnischen Ventrikel auskleidet und zwar hauptsächlich in den Falten desjenigen Teiles, welcher sich nach HENLE in Form eines Blindsackes nach oben ausstülpt. / (HEITLER *74*.)

/ An der Epiglottis und auch abwärts bis zur Stimmritze resp. in den Lig. thyreo-arytaenoidea sind (mitunter zahlreiche) Lymphnoduli vorhanden. / (W. KRAUSE *76*.)

/ KIAMIL findet bei einer größeren Zahl von Kehldeckeln des Menschen deutlich adenoides Gewebe an der unteren Fläche. Wenn man sich den Kehldeckel in seiner Längsachse in drei Teile geteilt denkt, so findet man entsprechend den Linien, welche man sich an den Teilungsstellen gezogen denkt, rechts und links von diesen das Gebiet, welches der Verbreitung der adenoiden Substanz entspricht. Dieselbe liegt immer näher dem freien Randteile und ist in der Mitte nur selten zu treffen. An der Unterfläche des Kehldeckels finden sich papillöse Vorsprünge; zwischen diesen ist die adenoide Substanz in der Regel gelagert, mit runden kuppelförmigen Erhabenheiten gegen die Epithellage gerichtet,

so daß die einzelnen Noduli mit einem guten Teil ihrer Oberfläche direkt an das Epithel stoßen. Die Noduli enthalten ein zartes Reticulum und Gefäße. KIAMIL gibt eine Abbildung eines Nodulus aus dem menschlichen Kehldeckel. / (KIAMIL *77*.)

/ Noduli fehlen in den Ventrikularwänden zur Zeit der Geburt vollständig. / (TOURNEUX *85*.)

/ Umfangreichere lymphoide Formationen entwickeln sich im menschlichen Kehlkopf in seltenen Fällen. / (TOLDT *88*.)

/ Leukocyten im Epithel des Kehlkopfs sind häufig. VERSON konstatierte sie im Bindegewebe, auch in der Umgebung der Drüsen und deren Ausführgänge sind sie häufig. Unmittelbar unter dem Epithel ist diffuse Infiltration mit Rundzellen oft so dicht, daß die sonst scharfe untere Grenze der Epithelschicht dadurch verwischt wird.

R. HEYMANN findet Noduli auch im Sinus Morgagni und rechnet das Vorkommen von Noduli noch in das Gebiet des Normalen. / (R. HEYMANN *89*.)

/ Noduli liegen in den seitlichen Teilen des Vestibulums der Glottis, sie sind unregelmäßig disseminiert. / (SAPPEY *89*.)

/ Im Kehlkopf des neugeborenen Kindes rechnet KANTHACK eine unter dem Epithel gelegene Schicht von Rundzellen als zu einem subepithelialen adenoiden Reticulum gehörig, indem er mit LUSCHKA das normale Vorkommen von Noduli ganz leugnet für das Kind und für den Erwachsenen. Diese Rundzellen umgeben auch die Drüsen und deren Ausführgänge ebenso spärlich. / (KANTHACK *90*.)

/ SCHENK erwähnt das Vorkommen von adenoidem Gewebe und von Noduli an der hinteren Fläche des Kehldeckels, in der Nähe der wahren Stimmbänder und unterhalb derselben. / (SCHENK *91*.)

/ Beim Buschmann sind die Lymphnoduli des Kehlkopfs besser entwickelt, als beim Weißen. / (C. GIACOMINI *92*.)

/ DOBROWOLSKI bespricht die ältere Literatur (KIAMIL, HEITLER u. a.). HOYER spricht in LAWDOWSKIS mikroskopischer Anatomie die Ansicht aus, daß in der Schleimhaut des Larynx, der Trachea und der Bronchien Leukocytenanhäufungen in Form von Noduli vorkommen, daß jedoch ihre Zahl und Lokalisierung ungemein variieren. Andere Autoren, wie KLEIN, STÖHR, TOLDT und KÖLLIKER „geben keine neuen Gesichtspunkte darüber oder übergehen überhaupt die Frage der Follikel in den Atmungswegen mit Stillschweigen".

Die Ausführgänge der Schleimdrüsen des menschlichen Kehlkopfs besitzen ihre engsten Teile gewöhnlich am Anfange und an der Ausmündung auf die freie Schleimhautoberfläche. Von den Erweiterungen dieser Gänge ist die ampullenartige Erweiterung unterhalb der Mündung auf die freie Schleimhautfläche am meisten auffallend.

In augenscheinlich vollständig gesunder Schleimhaut des Kehlkopfs vom Erwachsenen beobachtete DOBROWOLSKI Lymphnoduli, jedoch nur selten und nur an bestimmten Stellen, wie am Ventriculus Morgagni und noch seltener im Spatium interarytaenoideum und im unteren Abschnitt der hinteren Epiglottisfläche. Die Noduli am vorderen Teil des Ventriculus Morgagni waren fast mohnkorngroß und manche von ihnen waren über dem Ausführgang der Schleimdrüsen, andere weit entfernt von ihm gelagert. Sie erschienen als scharf abgegrenzte, fast kugelige Leukocytenanhäufungen von einem Lymphsinus umgeben; jede Anhäufung hatte einen helleren Ring im Zentrum mit spärlicheren Leukocyten.

In der Schleimhaut der Trachea und den großen Bronchien fehlen Noduli beim Menschen unter normalen Verhältnissen vollständig.

Die diffuse Form adenoiden Gewebes tritt in der gesunden Kehlkopfschleimhaut des Menschen an folgenden Stellen auf: 1) auf der hinteren Epiglottisfläche, 2) an den Ary-epiglottisfalten, 3) im Spatium interarytaenoideum, 4) in beiden Sinus Morgagni (hier konstant). An anderen Kehlkopfstellen kommt häufig kleinzellige Infiltration von verschiedener Intensität zur Beobachtung./ (DOBROWOLSKI *94*.)

/Die Lymphkörpercheninfiltration der Schleimhaut wächst in der hinteren Fläche der Epiglottis, im falschen Stimmband und in den unteren Teilen des Larynx, hauptsächlich aber im Sinus Morgagni zu diffusem adenoidem Gewebe und sogar bis zur Bildung von Lymphnoduli an./ (E. KLEIN *95*.)

/GROUVEN findet, daß beim Menschen unter normalen Verhältnissen die Schleimhäute des Larynx, der Trachea und der Bronchien, sowie das Lungengewebe und die Bronchialdrüsen im allgemeinen der eosinophilen Zellen entbehren, oder daß nur ganz vereinzelte nachzuweisen sind. Man darf somit als sicher annehmen, daß die gesunden Schleimhäute des Respirationstraktus keine eosinophilen Zellen bilden./ (GROUVEN *95*.)

/Eigentliche adenoide Substanz wird nur an wenigen Stellen des oberen Abschnittes des Kehlkopfes gefunden, doch kommen zerstreute Lymphknötchen vor./ (RAUBER *97*.)

/Tonsilla laryngea nennt FRÄNKEL stark entwickeltes Lymphgewebe in der Appendix des Morgagnischen Ventrikels. Auch die Hinterfläche der Epiglottis ist Sitz von Lymphgewebe./ (NICOLAS *98*.)

/Leukocyten sind in der Membrana propria des menschlichen Kehlkopfs (auch der Trachea) zahlreich, besonders um die Gefäße (VERSON *68*) und Drüsengänge gelagert. Ab und zu bilden sie auch Noduli. HEYMANN beschreibt letztere besonders an der hinteren Larynxwand und an dem unteren Teile der laryngealen Fläche der Epiglottis. Auch an den Taschenbändern und an den Umrandungen der Morgagnischen Taschen findet er Noduli, jedoch nicht so regelmäßig angeordnet, wie dies COYNE *74 c* beschreibt, dagegen ähnlich den Befunden von DOBROWOLSKI *94*. Leukocytenanhäufungen fanden sich auch in ganz normalen Kehlköpfen, auch bei Neugeborenen, wenn sie auch hier spärlicher zu sein schienen (übereinstimmend mit TOURNEUX *85*, siehe oben)./ (P. HEYMANN *98*.)

/Sowohl das Flimmerepithel als das Pflasterepithel zeigen durchwandernde Leukocyten; besonders reichlich und oft bis zur völligen Auflockerung des Epithels führend, dort, wo die Schleimhaut adenoide Einlagerungen enthält.

Adenoide Knötchen finden sich inkonstant an der hinteren Kehldeckelfläche und an der Seiten- und Hinterwand des Kehlkopfes, in der Kehlkopftasche, besonders aber in dem Anhange derselben, „welcher fast regelmäßig so reichliche Lymphknötchen enthält, daß derselbe von FRÄNKEL als Larynxtonsille bezeichnet wurde“./ (V. EBNER *99*.)

Sinus piriformis des Menschen: /Im Sinus piriformis des Menschen sind Papillen im allgemeinen nicht zahlreich. Im allgemeinen nicht dicht nebeneinander geordnet, stehen sie doch häufig gruppenweise zu 5—15 dicht nebeneinander. Die Zahl der Schleimdrüsen im Sinus piriformis ist im allgemeinen nicht sehr beträchtlich und unterliegt großen Schwankungen. Am konstantesten und am reichlichsten sind sie auf der Außenfläche des Aryknorpels vertreten. Die Drüsenschläuche liegen submukös, doch sehr oft auch oberflächlich nahe dem mehrschichtigen Epithel. Die

Drüsenausführgänge sind gewöhnlich kurz und verlaufen fast senkrecht zur Schleimhautoberfläche.

In bezug auf die Noduli teilt DOBROWOLSKI die untersuchten Sinus piriformes in vier Kategorien ein:

Die erste Kategorie ist diejenige (beinahe die Hälfte der untersuchten Fälle), in der sich keine Noduli fanden, wo sich unter dem Epithel nur eine zirkumskripte Infiltration fand, welche nicht bis zur Bildung abgegrenzter Knötchenherde geführt hat.

In der zweiten Kategorie fand sich unter dem Epithel adenoides Gewebe in Form knötchenartiger Anhäufungen, die dem Nodulus der Tonsillen ganz ähnlich waren und die an Solitärnoduli des Darmes erinnerten. Dieser Form des adenoiden Gewebes begegnet man etwas seltener als der erstbesprochenen.

Die dritte Kategorie umfaßt diejenigen Sinus piriformes, in welchen das adenoide Gewebe in Form von einzelnen resp. isolierten Balgdrüsen, den Zungenbalgdrüsen analog, auftritt.

Die vierte Kategorie endlich wird durch Fälle gebildet, in denen das cytogene Gewebe in Form von Anhäufungen von Balgdrüsen auftritt. Diese Anhäufungen bestehen aus 10—20 nebeneinander gruppierten Balgdrüsen, ganz analog den Balgdrüsen in der Schleimhaut der Zungenbasis. Da diese Anhäufungen sich ihrer Form nach von den Tonsillen der Mundhöhle nicht unterscheiden, könnte ihnen der Name Tonsilla s. Amygdala laryngea s. Sinus piriformis zuerteilt werden, und da sie noch in beiden Sinus piriformes vorkommen, muß man sie der Reihenfolge nach als Amygdala quarta et quinta bezeichnen, wobei als dritte Tonsille die Amygdala pharyngea LUSCHKAS am Rachengewölbe anzusehen ist.

Manchmal verläuft bei der zweiten Gruppe durch die Inseln des adenoiden Gewebes ein Drüsenausführgang. In solchen Fällen gruppieren sich die Noduli um ihn herum. Jedoch kommen gewöhnlich die adenoiden Inseln ohne Drüsenausführgang vor.

Die Balgdrüse der dritten Gruppe des Sinus piriformis hat auf dem Durchschnitt die Form eines kugeligen oder ovalen dickwandigen Bläschens oder Säckchens von 2 - 3 mm im Durchmesser. Sie besitzt folgende Bestandteile: auf der Schleimhautoberfläche eine Öffnung in Form einer mit mehrschichtigem Plattenepithel ausgekleideten und von adenoidem Gewebe mit Noduli umgebenen Vertiefung; auf das adenoide Gewebe folgt ein bindegewebiges Substrat. Die Knötchen besitzen einen Lymphsinus und liegen in einer Reihe um die Vertiefung herum. In die Vertiefung (Krypte) öffnet sich zuweilen ein Drüsenausführgang, doch nicht stets, einige Male ließ sich beobachten, daß das Plattenepithel der Vertiefung auf den in sie einmündenden Drüsenausführgang übergeht. Ein Keimzentrum tritt im Nodulus sehr selten hervor. Auffallend ist es, daß, wenn der Nodulus ein Keimzentrum besitzt, er keinen Lymphsinus hat und umgekehrt.

Eine Tonsilla laryngea s. Tonsilla sinus piriformis (siehe Fig. 253) fand DOBROWOLSKI auf 60 untersuchten Kehlköpfen achtmal, davon waren in sechs Fällen die Anhäufungen beiderseitig und zwar an denselben Stellen, nämlich am häufigsten am Boden des Sinus. Ihre Größe erreicht: 6—8 mm in der Länge, 4—6 mm in der Breite und 2—4 mm in der Dicke. Die Anhäufungen enthalten 4—15 Balgdrüsen nebeneinander geordnet. Infolge der so nahen Nachbarschaft der Drüsen fließen sie mit ihren Rändern zusammen, und zwar in der Weise, daß wir auf dem Durchschnitt das Bild eines großen Herdes von adenoidem

Gewebe mit hineingedrungenen Krypten bekommen. Dabei stoßen zuweilen zwei benachbarte Drüsen so nahe zusammen, daß auch ihre Krypten sich vereinigen und die Form eines Tunnels mit zwei Mündungen auf der Oberfläche annehmen. Die äußere faserige Kapsel der Balgdrüse ist nicht immer deutlich ausgesprochen. Wenn dieselbe auch existiert, ist sie in der Mehrzahl der Fälle für zwei oder mehrere Drüsen und oft für die ganze Anhäufung gemeinsam. Am Boden einzelner Krypten finden sich Mündungen von Schleimdrüsen.

Die Tonsillen im Sinus piriformis erklärt DOBROWOLSKI für normale, doch nicht konstant auftretende Bestandteile. / (DOBROWOLSKI *94*.)

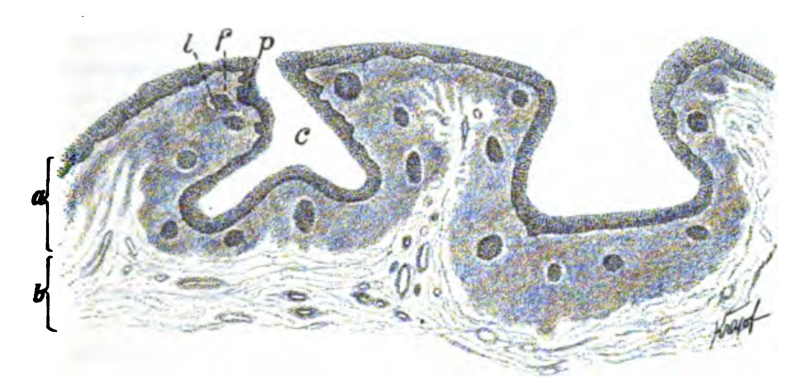


Fig. 253. **Tonsilla laryngea s. Tonsilla sinus piriformis des Menschen.** Boraxkarmin. *a* Schleimhaut mit geschichtetem Pflasterepithel, mit Papillen *p* bedeckt, *b* Submucosa mit Gefäßen, *c* Krypten (Sinus der Tonsillen), *f* Lymphknötchen, *l* Lymphsinus. Vergr. 30fach, reduziert auf $^4/_5$. (Nach DOBROWOLSKI *94*.)

Nerven des menschlichen Kehlkopfs.

/ Die Schleimhaut des Kehlkopfes und der Luftröhre des Menschen ist sehr reich an Nervenverzweigungen und dieselben bilden in der Schleimhaut ein sehr reiches, eng verzweigtes und in vielfacher Kommunikation unter sich stehendes Netz feiner Fasern, die in den tieferen Partien markhaltig sind, nach obenhin aber, dicht an das Epithel herangehend, häufig ihre Markscheide verlieren. In diesen Netzen finden sich zahlreiche Ganglienzellen eingelagert.

Diese Nervenverzweigungen beschrieben C. FR. NAUMANN *51*, RHEINER *52b*, LINDEMANN *69*, LUSCHKA *71* und STIRLING *83a*.

Als Nervenendigungen betrachtete NAUMANN die beschriebenen Nervennetze, Endkolben beschrieben BOLDYREW *71a*, LINDEMANN *69*, VERSON *68* und *71* und LUSCHKA *71*. Um die Endkölbchen liegen, wie P. HEYMANN an mit Gold gefärbten Präparaten findet, platte kernhaltige Zellen, welche auch BENEDICENTI *90* gesehen zu haben scheint. Die Endkolben wurden kürzlich noch von SCHÄFER und SYMINGTON (in QUAIN *96*) bestätigt.

Intraepitheliale Nervenendigungen haben SIMANOWSKY *83a*, FESSLER *83* und G. RETZIUS *92a* und *92* beschrieben. P. HEYMANN findet, wie WALLER und BJÖRKMAN *82* und GARTEN *95*, nur feine Nervenfädchen zwischen den tieferen Lagen des Epithels. Die vollkommensten Bilder der Nervenendigungen verdanken wir RETZIUS, der übrigens nur an Tieren, namentlich an jungen Katzen, gearbeitet hat. Er leugnet, daß die Nerven mit den Zellen in direkter Verbindung stehen und läßt die-

selben sowohl in dem Epithel, als auch in den Endknospen (über letztere siehe unten im Kapitel: Epiglottis des Menschen) mit frei auslaufenden Ästen endigen. Diese Ästchen zeigen zahlreiche Varikositäten. Besondere Endorgane im Epithel kommen nicht vor. / (P. HEYMANN *98.*)

/ Den größten Nervenreichtum besitzen die zunächst den Kehlkopfeingang begrenzenden Partien. Von flachen, tiefer gelegenen Ausbreitungen aus konnte RHEINER einzelne Fasern weiter hinauf bis an den Saum der Schleimhaut verfolgen und sich teilen sehen, an den niedrigen Papillen des Kehldeckelrandes beschreibt er schlingenförmige Umbiegungen der Nerven. / (RHEINER *52b.*)

/ Von den Nerven wissen wir durch BIDDER und VOLKMANN, daß der mehr sensible Laryngeus superior vorwiegend feine, der vorwiegend motorische Inferior mehr dicke Nervenfasern führt. Ihre Endigungen in den Muskeln, dem Perichondrium und der Schleimhaut besitzen, wie schon REMAK (Med. Zeitschr. d. Ver. f. Heilk. in Pr. 1840, Nr. 2) für den Laryngeus superior, namentlich für die Zweige zum Kehldeckel, und ENGEL (Zeitschr. d. Wiener Ärzte 1847) wenigstens für die Äste zur Trachea bestätigt, mikroskopische Ganglien. / (KÖLLIKER *50/54.*)

/ LUSCHKA betont den Nervenreichtum der Kehlkopfschleimhaut. Er läßt die Nerven in birnförmigen Körperchen ohne isolierbare membranöse Hüllen endigen (ähnlich der von FREYFELD-SZABADFÖLDY an der Lungenschleimhaut beschriebenen). / (v. LUSCHKA *69a.*)

/ LUSCHKA kennt den Nervenreichtum der Kehlkopfschleimhaut beim Menschen. Er hält die von M. BOLDYREW *71a*, p. 168 beschriebenen eigentümlichen Organe für die wahre Endigung der Nerven. / (VON LUSCHKA *71.*)

/ Nur die Muskeläste des Laryngeus sup. und des Recurrens erscheinen vor ihrer Verzweigung in die Muskeln mit zahlreichen Ganglienzellen besetzt. / (VERSON *71.*)

/ Auffallend vor anderen Schleimhäuten ist der große Reichtum der Schleimhaut des Kehlkopfs und besonders der Epiglottis an doppelt konturierten Nervenfasern. / (HENLE *73.*)

/ Die Nerven bieten im Stamm des Nervus laryngeus superior internus feinere doppelt konturierte Fasern als im inferior; die Äste beider Nerven sind mit mikroskopischen Ganglien ausgestattet. Außerordentlich zahlreich findet man die dunkelrandigen Nervenfasern in der Schleimhaut der hinteren Epiglottisfläche; sie bilden wirre enge Geflechte, sind mit einzelnen Ganglienzellen-Haufen versehen und verhalten sich wie die Geschmacksnerven überhaupt, insofern sie an die Geschmacksknospen des Epithels herantreten; außerdem sind einzelne Endkolben nachgewiesen. Auf der vorderen Fläche und den Seitenrändern zeigen sich die Nervenfasern sparsamer; sie stammen vom N. glossopharyngeus, während die der Hinterfläche dem N. laryngeus superior internus durch Anastomosen des Vagus mit dem Glossopharyngeus zugeführt werden dürften. Sehr zahlreich sind auch die Nervenfasern der Lig. thyreo-arytaenoidea superiora, nicht aber der inferiora; ihre Endigung ist nicht bekannt. / (W. KRAUSE *76.*)

/ Die Kehlkopfnerven besitzen Ganglienzelleneinlagerungen im Bereiche ihrer feineren Verästelung. Die markhaltigen Fasern bilden in der Mucosa ein reichhaltiges Flechtwerk. Am Kehldeckel tritt eine Anzahl kleinerer, aus markhaltigen Fasern bestehender Nervenstämmchen durch Lücken des Kehldeckelknorpels in Begleitung von arteriellen und venösen Gefäßchen von der vorderen auf die hintere Fläche über, um

sich daselbst in der Schleimhaut zu verteilen. Außer den Knospen sind an der letzteren kugelige Endkolben nachgewiesen worden (LINDEMANN). / (TOLDT *88.*)

/ Die zahlreichen sensiblen Nervenendapparate der Kehlkopfschleimhaut wurden erst in neuerer Zeit durch die Anwendung der Methoden von GOLGI und EHRLICH genauer bekannt. Nachdem zuerst G. RETZIUS *92* (siehe oben p. 378 ff.) die intraepithelialen Nervenendigungen im Kehlkopfe, sowohl im Pflasterepithel als im Flimmerepithel gefunden und FUSARI *94* (siehe oben p. 380) den subepithelialen Nervenplexus genauer verfolgt und in demselben zahlreiche, rundliche oder eiförmige Zellen, welche mit den Nerven in Kontakt stehen, aufgefunden hatte, folgten die Angaben PLOSCHKOS *97* (siehe oben p. 380 ff.). / (v. EBNER *99.*)

Makroskopische Innervation des menschlichen Kehlkopfs. / BARTH gibt eine Darstellung der Innervation des Kehlkopfs nach dem gegenwärtigen Stande der Forschung und behandelt die zentrale Innervation, die periphere Innervation und die peripheren Nerven des Kehlkopfs und deren Verlauf. Aus der übersichtlichen Schilderung des Verfassers spricht eine große Belesenheit; so finden neben anderen auch die neuesten Ergebnisse ONODIS Berücksichtigung.

Es handelt sich in dem vorliegenden Teil hinsichtlich der peripheren Nerven lediglich um das Verhalten und die Herkunft der Nervenstämme, worauf daher hier nur zu verweisen ist. / (BARTH *02.*)

Über letzteres Thema vergleiche auch die Arbeiten von ONODI *95*, *01*, *02*, P. SCHULTZ *04* u. a.

Epiglottis des Menschen.

/ R. HENKE beschreibt die makroskopische Gestalt, Varietäten und Anomalien der menschlichen Epiglottis im Spiegelbild eingehend. / (R. HENKE *99.*)

/ Die menschliche Epiglottis besteht 1. aus einem faserigen Einschuß, 2. aus außerordentlich zahlreichen Knorpelzellen, welche entweder in den von den fibro-elastischen Bündeln umgebenen Alveolen oder in den Bündeln selbst liegen. / (SAPPEY *89.*)

Epithel: Das Epithel der menschlichen Epiglottis wurde von der Mehrzahl jener Untersucher beschrieben, welche das Kehlkopfepithel des Menschen im allgemeinen schilderten, so von HENLE, RHEINER, KÖLLIKER, W. KRAUSE, TOLDT, R. u. P. HEYMANN, KANTHACK, NICOLAS und anderen. Diese Angaben wurden, um die Darstellung nicht zu zerreißen, oben p. 450 ff. bei der Schilderung des Epithels im menschlichen Kehlkopf bereits eingereiht, während im folgenden sich auf das Epiglottisepithel im besonderen beziehende Angaben wiedergegeben werden sollen.

/ DAVIS findet die Angaben HENLES und KRAUSES (Handbücher) sowie RHEINERS hinsichtlich des Übergangs des Plattenepithels in das Flimmerepithel auf der hinteren Seite der Epiglottis beim Menschen nicht richtig; vielmehr findet er, daß das Flimmerepithel in den beiden unteren Dritteilen der hinteren Epiglottisfläche überwiegt. Die Unterbrechung des Flimmerepithels geschieht durch kleine Inseln platter flimmerloser Zellen, deren Ausdehnung und Lage ziemlich wechseln. Die innere Fläche des Gießkannenknorpels trägt Plattenepithel. An dem oberen Stimmband findet sich Plattenepithel als schmaler Streifen auf dem freien Rand; gegen die vordere Insertion des Bandes verbreitert sich dieser Streifen und überzieht zum Teil noch die Innenfläche. Der Sinus hat Flimmerepithel, die freie Fläche des unteren Stimmbandes platte Zellen. / (DAVIS *77.*)

/ Die hintere Kehldeckelfläche verliert beim Erwachsenen ihre Flimmerdecke „und erscheint von einer Epithelschicht überzogen, welche den Übergang zwischen den Pflasterzellen der Vorderseite des Kehldeckels und den Flimmerzellen des eigentlichen Kehlkopfs bildet". Diese ganze Epithelschicht zeigt eine weit geringere Mächtigkeit als jene der Vorderfläche der Epiglottis. Der Übergang zum Flimmerepithel erfolgt, indem die Basalzellen des geschichteten Pflasterepithels höher werden, während die darüberliegende Zellenschicht entsprechend dünner wird. „Durch ein solches Überhandnehmen der unteren Zylinderzellen auf Kosten der oberen rundlichen und abgeplatteten verschwinden endlich letztere ganz, und die ersteren bilden sich durch einen Flimmerbesatz zu den Flimmerzellen um." / (VERSON *68.*)

/ Das Epithel ist geschichtetes Pflasterepithel, auf der vorderen Epiglottisfläche 0,2—0,3 mm dick, auf der hinteren Fläche beträgt es nur 0,06—0,1 mm. Gegen den Epiglottiswulst zu strecken sich die zylindrischen Basalzellen und bilden sich, während die oberen Schichten allmählich schwinden, durch einen Flimmerbesatz von ungefähr 0,005 mm Höhe zu Flimmerzellen um. Zwischen den Basen der bewimperten Zellen treten nun viele rundliche, ovale Zellen auf und die neue Epitheldecke kann so eine Höhe von 0,15 mm und darüber erreichen. Der Übergang der Epithelformation von der vorderen auf die hintere Epiglottisfläche findet so statt, daß das Pflasterepithel der vorderen noch den Rand des Kehldeckels überzieht und erst an der hinteren Fläche sich plötzlich verdünnt. Beim neugeborenen Kinde ist die ganze hintere Epiglottisfläche von einem ungefähr 0,08—0,1 mm dicken Flimmerepithel überzogen. / (VERSON *71.*)

/ Der Grundteil der Epiglottis trägt beim Erwachsenen einen geschichteten Flimmerüberzug. / (FREY *76.*)

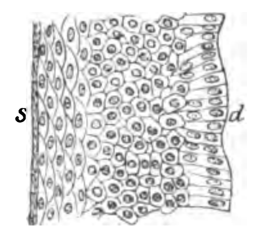


Fig. 254. **Epiglottis vom Kind.** Vertikalschnitt durch das geschichtete Pflasterepithel, welches die Mucosa der hinteren Fläche bedeckt. *s* freie Oberfläche, *d* innere der Mucosa angeheftete Fläche. Vergr. 300fach, reduziert auf $^{9}/_{10}$. (Nach KLEIN und SMITH *80.*)

/ Die obere Fläche der Epiglottis besitzt dickeres Epithel als die untere, in demselben vergrabene Papillen, dazwischen Drüsenmündungen der Gl. epiglotticae und Geschmacksknospen. Letztere sind zahlreicher auf der unteren, als auf der oberen Fläche und an den Rändern, auch zahlreicher als die Drüsen. Die untere Epiglottisfläche hat keine Papillen. / (W. KRAUSE *76.*)

Fig. 254 zeigt geschichtetes Pflasterepithel von der Epiglottis vom Kind nach KLEIN and SMITH *80.*

/ Drüsen sind am freien Ende des Kehldeckels (auf der Rückseite) spärlich, sie werden gegen den Epiglottiswulst herab häufiger und ihre Aggregate größer. Die Ausführgänge der Drüsen bestehen aus Zylinderzellen, welche am Epiglottiswulst und an der unteren Seite des falschen Stimmbandes zuweilen einen Flimmerbesatz annehmen.

Lamina propria. Die Schleimhaut ist an der freien Spitze des Kehldeckels dünn und durch weniger straffes Bindegewebe an die Knorpelhaut fixiert; sie enthält zahlreiche, elastische, längsverlaufende Fasern.

und in den Maschenräumen, besonders unter dem Epithel, dicht angeordnete rundliche, ein- oder mehrkernige Körperchen. Auf der Vorderseite des Kehldeckels finden sich Papillen von 0,7—0,18 mm Länge, von denen die stärkeren zuweilen in zwei und drei Spitzen auslaufen und Gefäßschlingen enthalten. Gegen den Kehlkopfeingang herab erstarkt die Schleimhaut, trennt sich schärfer vom lockeren submukösen Gewebe, und erhält sich von da ab in einer Mächtigkeit von ungefähr 0,1—0,15 mm. Nur am oberen Stimmbande erfährt sie zuweilen eine namhafte Verdickung./ (VERSON *71.*)

Die Schleimhaut der oberen Fläche der Epiglottis des Menschen besitzt Papillen, die der unteren nicht./ (HENLE *73.*)

Submucosa. /Das submuköse Gewebe ist an der Vorderseite des Kehldeckels reichlicher und loser angelegt als an der hinteren und zeigt im allgemeinen zirkulär und längsverlaufende Fasern.

An den ary-epiglottischen Falten folgen die Züge des submukösen Gewebes der Richtung der Falte selbst. Nahe den Wrisbergschen Knorpelkernen werden die bindegewebigen Züge des submukösen Gewebes unregelmäßig, kreuzen und durchflechten sich mit den Ausstrahlungen der Wrisbergschen Knorpelhaut und bilden zahlreiche Lücken für die hier besonders angehäuften Drüsen./ (VERSON *71.*)

Bänder. /Von den vom Kehldeckel in die Zunge strahlenden Längsfasern sind die mittleren Bündel rein elastisch und heben die Schleimhaut zur Plica glosso-epiglottica hervor, seitlich vermischen sie sich mit Bindegewebsfasern, welche lockerer stehen und häufig zur Aufnahme von Fettzellen auseinanderweichen./ (VERSON *71.*)

/In der Tiefe des von einer Schleimhautfalte gebildeten Frenulum epiglottidis liegt das elastische Ligamentum glosso-epiglotticum. An der unteren Spitze der Cartilago epiglottica ist die Schleimhaut unverschiebbar mit dem Periost des Knorpels verwachsen./ (HENLE *73.*)

/Das Lig. thyreo-epiglotticum tritt als starker vertikal gestellter elastischer Strang hervor, der beiderseits von dem Rande der Incisura thyreoidea superior entspringt und sich mit den zahlreichen elastischen Fasern des Netzknorpels der Epiglottis vermischt. Durch schwächere elastische Faserzüge steht die Epiglottis und ihr Band beiderseits mit der Seitenwand des Kehlkopfs in Verbindung./ (FRIEDRICH *96.*)

Knorpel. /Der Kehldeckel ist, obwohl aus Netzknorpel (gelber Faserknorpel) bestehend, nach einem ähnlichen Prinzip gebaut, wie der echte Knorpel. So findet sich an der Peripherie eine schmale Partie mit faserarmer, ziemlich heller und durchsichtiger Grundsubstanz, deren zellige Elemente gleichfalls ein mehr abgeplattetes Aussehen besitzen, und mit den Fasern in der Richtung der Oberfläche verlängert sind. An sie grenzt unmittelbar eine zentrale Schicht, die aus einem dicht verworrenen Fasernetz besteht und in ihrem Innern zahlreiche Zellräume einschließt. Ihr Inhalt entspricht im ganzen vollkommen demjenigen der echten Knorpelzellen. Der Hauptzug der Faserung geht quer durch die Dicke des Knorpels hindurch./ (RHEINER *52b.*)

/Der Epiglottisknorpel ist an seiner hinteren (unteren) Fläche von zahlreichen Gruben und Lücken ausgehöhlt, welche oft auch durchgreifen, und dann meistens Gefäßen und dünneren Nervenstämmen zum Durchtritte dienen. Die seichteren Gruben nehmen Fettzellen oder acinöse Drüsen in sich auf, welche letztere sämtlich der hinteren Fläche der Epiglottis angehören. Das Perichondrium folgt allen Vertiefungen und Löchern des Knorpelstücks. Die Epiglottis verknöchert nur bei Reptilien

und Vögeln, bei welchen sie in innigerem Zusammenhange mit dem Schildknorpel steht. / (VERSON *71.*)

/ KÖLLIKER neigt sich der Deutung des Gewebes der menschlichen Epiglottis als einem aus Knorpel hervorgegangenen zu, indem er die Fibrillen der Grundsubstanz von einer anfänglich mehr homogenen Grundsubstanz ableitet. Dieser Auffassung gegenüber stellt sich jene von HENLE, welche das Gewebe als „Faserknorpel" bezeichnet und es damit anderen gar nicht aus Knorpel hervorgegangenen Gebilden anschließt. / (GEGENBAUR *92* p. 35 f.)

Wie der Epiglottisknorpel des Menschen von Drüsen durchwachsen wird, zeigt eine Figur von BRASS *96* (dessen Taf., H. 1, Fig. 1).

Endknospen. / Etwa im zweiten Viertel der hinteren Epiglottisfläche, wo also das Epithel sich in einem Übergangsstadium zu Flimmerzellen befindet, beschreibt VERSON knospenförmige Bildungen im Epithel, will jedoch nicht entscheiden, ob diese Gebilde Ausführgänge von Drüsen sind. / (VERSON *71.*)

/ An der hinteren Kehldeckelfläche finden sich Geschmacksknospen. / (TOLDT *88.*)

/ Das Vorkommen der von VERSON, KRAUSE, HÖNIGSCHMIED, SHOFIELD, DAVIS beschriebenen Knospen auf der hinteren Fläche der Epiglottis bestätigt R. HEYMANN. Sie treten wenige Millimeter unterhalb des freien Randes des Kehldeckels auf und finden sich auch auf der Innenseite der Aryknorpel. Im allgemeinen stehen dieselben im Pflasterepithel. Zuweilen scheinen einzelne solcher Knospen isoliert mitten im Flimmerepithel zu stehen und es neigen sich dann die benachbarten Flimmerzellen über der Knospe von beiden Seiten gegeneinander. Bei genauerem Zusehen findet man aber auch hier ganz regelmäßig über der Spitze der Knospe eine schmale und dünne Schicht von platten, flimmerlosen Zellen. Das Vorkommen der Knospen erklärt sich, wie schon GANGHOFNER betont hat, durch die entwicklungsgeschichtliche Tatsache, daß ein Teil der Kehlkopfwandungen von der Zungenanlage aus gebildet wird, ziemlich einfach. / (R. HEYMANN *89.*)

/ Hier schon vertritt KANTHACK den Standpunkt, daß die von DAVIS und SIMANOWSKY als Geschmacksknospen der laryngealen Fläche der Epiglottis beschriebenen Gebilde nicht solche sind, sondern eingesprengte Zylinderzellen. / (KANTHACK *89 b.*)

/ Die an der Epiglottis nachgewiesenen knospenartigen Gebilde hält KANTHACK nicht für Geschmackskörper, vielmehr sind dieselben folgendermaßen zu erklären: An den betreffenden Stellen finden sich von Haus aus kleine Falten. Wenn nun später eine sogenannte Metaplasie des Epithels hinzutritt, so werden, wie gewöhnlich in solchen Fällen, die Zellen, die in der Einbuchtung gelegen sind, verschont, bleiben mithin Zylinder- bezw. Flimmerzellen, während die Zellen in der Umgebung in ein Plattenepithel verändert werden, und nun ist die Ähnlichkeit eine große. / (KANTHACK *90.*)

/ Knospen im Kehlkopfepithel finden sich an den verschiedensten Stellen, häufig an der hinteren Seite der Epiglottis und an den aryepiglottischen Falten (VERSON *68*; DAVIS *77*). DAVIS hat sie auch auf den wahren Stimmbändern der Hunde, SIMANOWSKY *83 a* auch der Menschen gefunden, ein Befund, welchen HEYMANN nicht bestätigen kann. / (P. HEYMANN *98.*)

/ „Im Bereiche der Hinterfläche des Kehldeckels, an der Innenfläche des hinteren Teiles der ary-epiglottischen Falten bis zu den Gießbecken-

knorpeln, ferner beim Hunde nach DAVIS und beim Menschen nach SIMANOWSKY (Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. XXII), auch an der freien Oberfläche des hinteren Teiles der Stimmbandfalten finden sich in ziemlich regelloser Verteilung Geschmacksknospen."/ (v. EBNER *99.*)

/An der hinteren Fläche der Epiglottis sind kleine Geschmacksknospen vorhanden./ (SZYMONOWICZ *01.*)

/KIESOW findet beim menschlichen Fötus in den letzten Monaten des intrauterinen Lebens, wenn nicht absolut regelmäßig, so doch in der Mehrzahl der Fälle, auf der lingualen Fläche der Epiglottis Geschmacksknospen, welche häufig auf papillenförmigen Vorragungen der Schleimhaut liegen. Auch auf der laryngealen Epiglottisfläche des Fötus und des Neugeborenen finden sich Knospen, hier und dort und vielleicht öfter als beim Erwachsenen liegen sie auf Papillen (wie dies RABL bemerkte und KIESOW auch beim erwachsenen Kaninchen)./ (KIESOW *02.*)

Ventriculus Morgagnii des Menschen.

/Die Worte, mit welchen MORGAGNI (Advers. anatom. 1718, p. 16) die Höhlen des Larynx, welche jetzt seinen Namen tragen, der Vergessenheit entriß, entnehme ich B. FRÄNKFL in deutscher Übersetzung: Sie lauten: „Jetzt werde ich diejenige Sache ausführen, derentwegen die Beschreibung der Glottis von mir unternommen worden ist. Zwischen den beiden Ligamenten, welche ich geschildert habe, bleibt nämlich beiderseits ein Spalt von fast elliptischer Gestalt in seiner Länge, daß man die Spitze bald des Daumens bald eines anderen Fingers, je nach der verschiedenen Größe der Kehlköpfe, einführen kann. Diese Spalten sind die Öffnungen von, wenn ich richtig sehe, recht bemerkenswerten Höhlen. Der unteren Wand derselben ist der untere Teil des Thyreo-arytaenoideus unterbreitet; auswärts werden sie in mäßiger Höhe von den mittleren und oberen Fasern desselben Muskels ausgekleidet, oben tragen sie eine Strecke weit die kürzeren Schenkel der Glandulae arytaenoideae. Denn da, wo sie sich der Basis der Epiglottis annähern, sind die Höhlen bald mehr, bald weniger höher, da sich ihnen ein Appendix anfügt, was man durch eine eingeführte Sonde leicht beobachten kann. Die Wände der Höhlen sind überall von derselben Haut, wie der Larynx überzogen. Da sie besonders in der Gegend, wo die Schenkel der Glandulae arytaenoideae anliegen, von vielen Löcherchen durchbohrt werden, ergießen sich aus diesen Löcherchen Tropfen einer schlüpfrig machenden und geschmeidigen Flüssigkeit (lubricantis lentique humoris). GALEN hat diese Höhlen zuerst entdeckt nnd Ventrikel genannt. Obgleich ich nicht verkenne, daß dieser Name mehr für den Kehlkopf der Schweine paßt, bei welchen, wie man annimmt, GALEN sie beobachtet hat, so glaube ich doch, daß ein von den Alten beigelegter Name nicht ohne gewichtige und besondere Ursache verändert werden darf und werde ihn deshalb beibehalten, indem ich zur Unterscheidung ‚des Kehlkopfes' hinzufüge." Aus einer anderen Stelle ergibt sich, daß MORGAGNI den Ventrikel lieber Sinus genannt hätte, weil seine Mündung niemals enger sei, als die Höhle.

Als Synonyma führt J. S. STRODTMANN (Anat. Vorhalle zur Physiologie der Stimme, Altona 1837, p. 19) folgende Bezeichnungen auf: „Larynxsinus, Seitentaschen, Seitenhöhlen, Kehlhöhlen, Bauch des Kehlkopfs, Ventriculi s. sinus Galeni, Sinus membranosi laryngis, Alveoli ad latus epiglottidis. — Ventriculi Morgagni, s. Morgagnii, s. Morgagniani." Die Nomenklaturkommission der anatomischen Gesellschaft schlägt vor: Ventriculus laryngis [Morgagnii]./ B. FRÄNKEL *94 b.*)

/Die Grundlage der lateralen Ventrikelwand bilden Züge von Muskelfasern, welche vom Thyreo-arytaenoideus nach oben abgehen. Außerdem beherbergt diese Wand zahlreiche Drüsen, die zum Teil mitten zwischen den Muskelfibrillen liegen, und dicht unter dem sie überziehenden Zylinderepithel adenoides Gewebe mit echten, auch subepithelialen Noduli.

Der Appendix (Blindsack oder Diverticulum) des Ventrikels stellt ein besonderes Organ dar, welches die Höhle des Ventrikels nur als Mündung benützt. B. FRÄNKEL beschreibt Lage und Gestalt des Appendix eingehend. Derselbe unterliegt, wie auch aus der Arbeit von C. GERLACH (Über die Gestalt der Morgagnischen Tasche des Menschen. Inaug.-Diss. Greifswald, 1867) hervorgeht in bezug auf die Form (wie auch der Ventrikel) manchen Schwankungen. Mehr noch als durch die Abweichung seiner Richtung stellt sich der Appendix durch seinen ganzen Bau als ein von der Haupthöhle des Ventrikels verschiedenes Organ dar. Während die Cavitas eine einfache Höhle bildet, zeigt der Appendix ein zusammengesetztes System vieler kleiner Buchten und Kanäle, die höchstens einen gemeinsamen Ausführgang haben. Der Appendix wird von teilweise flimmerndem Zylinderepithel bekleidet. Das darunter befindliche Bindegewebe ist größtenteils von Rundzellen dicht durchsetzt. Auch findet sich an vielen Stellen adenoides Gewebe mit echten Noduli, wie dieses MERKEL (L. L. MERKEL, Anatomie und Physiologie des Stimm- und Sprachorgans. Leipzig 1863, p. 106) bemerkt und COYNE des weiteren beschrieben hat. Zahlreiche Drüsen münden in den Appendix. Sie sind demselben medianwärts und vorn angelagert und bilden im Taschenbande eine besondere Säule von Drüsen, die als appendikulare bezeichnet werden kann.

Der anatomische Bau des Appendix beim Menschen ist unvereinbar mit der Vorstellung, daß derselbe ein akustisches Werkzeug nach Art eines Resonator vorstelle. Die enge vielbuchtige Höhle ist ungeeignet, Schallwellen fortzuleiten oder zu verstärken. Die einzige Aufgabe, die dem Appendix seiner Konstruktion gemäß zufallen kann, ist die, welche MORGAGNI ihm zuweist, nämlich eine Flüssigkeit abzusondern, welche geeignet ist, die Stimmbänder geschmeidig zu erhalten.

Der Appendix zeigt Ähnlichkeit mit den Taschen der Tonsillen und ist daher mit den Tonsillen in Analogie zu setzen. Dieselben Beweggründe veranlassen L. L. MERKEL, den Blindsack eine große Schleimkrypte zu nennen. Auch hat WILLIAM HILL die laterale Ventrikelwand (nicht den Appendix) infolge des hier befindlichen adenoiden Gewebes, welches der monokryptischen Tonsille des Kaninchen gleiche, als laryngeale Tonsille bezeichnet. Sonst wurde bisher die in die Augen springende Ähnlichkeit des Appendix mit der Tasche einer Tonsille nirgends erwähnt./ (B. FRÄNKEL *94 b.*)

/F. MERKEL macht Einwendungen dagegen, daß FRÄNKEL den Ventrikel, den er Flüssigkeit absondern läßt, mit den Taschen der Tonsillen in Analogie setzen will. Denn wenn FRÄNKEL aus den Follikeln derselben „Sekrete“ herleitet, so bemerkt MERKEL dagegen, daß diese nach dem Stand unserer augenblicklichen Kenntnisse nur die bekannten Rundzellen liefern, welche sich in der Mundhöhle zu den Speichelkörperchen umwandeln. Bemerkenswert erscheint MERKEL, daß FRÄNKEL auf Serienschnitten besondere Ausführgänge fand, welche neben der großen gemeinsamen Öffnung des Appendix in das Innere des Kehlkopfs führten. (MERKEL *94.*)

/ Nach SCLAVUNOS sind beim erwachsenen Menschen in der Literatur erst 10 Fälle von Ventrikularsäcken anatomisch festgestellt und genau untersucht worden, denen er drei eigene (unter 500 Leichen) hinzufügen kann. Im Gegensatz zu fast allen Untersuchern findet SCLAVUNOS in seinen Fällen, daß die Membrana hyo-thyreoidea nicht durchbrochen wird, sondern daß sie den Sack zwischen ihren zwei Blättern einfaßt. Es wird nur das äußere Blatt der Membrana ausgestülpt. Der äußere Teil des Sackes liegt anfangs zwischen den zwei Blättern der Membran und nimmt die Stelle des Corpus adiposum ein. Wahrscheinlich stellt dieses letztere beim Menschen ein Ersatzmittel für den Verlust des Ventrikularsackes dar. Für das Angeborensein der Ventrikularsäcke beim Menschen spricht besonders der von SCLAVUNOS erbrachte Nachweis derselben beim Neugeborenen. Sie finden sich an 60 Kehlköpfen von Neugeborenen und vier von älteren Embryonen stets gut entwickelt und nach oben sackförmig erweitert. / (SCLAVUNOS *04*, vergl. auch *04b.*)

/ BOINET und COMBES finden, daß der extraventrikuläre Kehlsack, welcher sich ausnahmsweise beim Menschen findet, durch übertriebene Entwicklung der Appendix des Ventriculus Morgagnii gebildet wird; er läßt sich mit den weiten Divertikeln des Keklkopfs, den Luftsäcken vergleichen, welche sich normalerweise bei gewissen anthropomorphen Affen, wie Orang und Gorilla, finden. Die mikroskopische Untersuchung der Wand des Ventrikulärsackes beim Menschen zeigte: 1. eine äußere Schicht von sehr lockerem Zellgewebe, welche schwach mit der aponeurotischen Tasche zusammenhing und so den Volumwechsel des extralaryngealen Sackes während der Phonation ermöglichte; 2. eine resistente, fibröse Schicht; 3. eine fibromuskuläre Schicht, welche ziemlich zahlreiche Gefäße enthielt; 4. eine gefaltete Mucosa, welche wenig vaskularisierte und von einem Deckepithel von zylindrischem Typus bekleidete Zotten zeigte. / (BOINET et COMBES *04.*)

Entwicklung des menschlichen Kehlkopfs.

Von der Entwicklung des menschlichen Kehlkopfs war im vorausgehenden an verschiedenen Stellen die Rede. Hier füge ich noch einige ältere und neuere spezielle Angaben bei, indem ich für das Allgemeine auf GÖPPERT *02*, die Lehrbücher der menschlichen Embryologie und auch auf die Darstellung durch ZUCKERKANDL *98*, und MERKEL *02*, p. 129 ff. verweise.

/ Den fötalen Larynx charakterisiert in histologischer Beziehung gegenüber dem des Erwachsenen hauptsächlich:

1. Das Vorwiegen des Flimmerepithels, das alle Teile auskleidet, mit Ausnahme der Chordae vocales, auch nicht die Pars respiratoria und den vorderen Winkel verschont und sogar in den Pharynx hineindringt und endlich auch die ganze laryngeale Fläche der Epiglottis bedeckt.
2. Die arytaeno-epiglottischen Falten sind äußerst groß und wulstig und verengern so das Lumen des Kehlkopfs beträchtlich.
3. Die Form und Lage der Epiglottis. / (KANTHACK *89b.*)

/ Die Epiglottis entsteht aus dem Mittelstück der Furcula, die Plicae aryepiglotticae aus deren Seitenrändern, in der Crista terminalis bildet sich der Gießbeckenknorpel, in dem vierten Schlundbogen die Cartilago thyreoidea, der davon eingefaßte Spaltraum wird zum Sinus piriformis und der Ringknorpel endlich entsteht im Rumpfgebiete unterhalb der Cristae terminales. / (HIS *80/85.*)

/ Der Kehlkopf tritt am Ende der sechsten Woche schon verhältnismäßig stark hervor und es wird sein Eingang von einem als Furcula (HIS) bezeichneten, nach vorn konvexen Wulst begrenzt, der die Anlage der Epiglottis und der ary-epiglottischen Falten bildet. Nach hinten liegen zwei stärkere Aufwulstungen (Crista terminalis His), in denen sich die Aryknorpel bilden, während die Schildknorpel aus dem 4. Schlundbogen hervorgehen. In der achten bis neunten Woche beginnt der Kehlkopf zu verknorpeln und seine vier Hauptknorpel deutlich zu zeigen, von denen auch die größeren uranfänglich aus je einem Stücke bestehen. Zu einer gewissen Zeit verklebt die Kehlkopfhöhle durch Aneinanderlagerung der betreffenden Epithelschichten (bei Tieren, ROTH) auch beim Menschen. / (O. SCHULTZE *97*.)

/ KALLIUS sucht einige Tatsachen in der Entwicklung des menschlichen Kehlkopfs zu erklären, indem er das, was von der Phylogenie in der Ontogenie wiederkehrt, aufsuchte. Andererseits gibt er auch eine so eingehende Schilderung der Organogenie des Kehlkopfs, daß ein möglichst vollständiges Bild der Entstehung der Form des Kehlkopfes erhalten werden kann. Von seinen Resultaten hebt KALLIUS selbst folgende Punkte, die allgemeineres Interesse haben, besonders hervor:

1. Zusammenhang der Kehlkopfanlage mit den beim Menschen entwickelten Visceralbögen. Der am weitesten kaudal liegende Bogen, der beim Menschen noch erkennbar war, ist der fünfte. Für die Existenz weiter kaudalwärts liegender Bogen oder Bogenrudimente konnte bis jetzt keine ontogenetische Grundlage gefunden werden. Es konnte nachgewiesen werden, daß das Material der fünften Bögen, welche als Arytaenoidwülste weiterhin fortbestehen, zum Aufbau des Kehlkopfs verwendet wird, wie auch das Gebiet des vierten, dritten und eines Teiles des zweiten Visceralbogens des menschlichen Embryo nach früheren Untersuchern zum Aufbau des Larynx verwendet wird.

2. Beziehungen in der ontogenetischen Bildung der Kehlkopfknorpel zu ihrer phylogenetischen Abstammung: In der Ontogenie ist sehr wohl der erste (Unterkiefer) und zweite Visceralbogen (Hyoid) als solcher in bedeutender Entwicklung zu erkennen. Die weiter folgenden dritten bis fünften Bögen (2. Hyoid, 1. und 2. Thyreoid) sind schon viel geringer ausgedehnt; sie sind nur im ventralen Abschnitt mit genügender Deutlichkeit zu bemerken. Dagegen ist in dem sechsten und siebenten Bogen (Epiglottis und Cart. lateral.) keine Visceralbogennatur zu finden, was nicht zu erwarten war, wenn man bedenkt, wie außerordentlich früh in der Stammesgeschichte diese Bogen schon umgewandelt wurden.

3. In der äußeren Form und im Wachstum des sich entwickelnden Kehlkopfes kehren einige Verhältnisse wieder, welche Ähnlichkeiten mit dem Zustande niederer Tiere zeigen. So erinnert die enorme Ausdehnung der Arytaenoidwülste in den frühesten Stadien des menschlichen Larynx an entsprechende Verhältnisse bei Amphibien. Im Kehlkopf niederer Säuger ist die Form der Aryfalten z. T. so, wie vorübergehend in mittleren Stadien beim Menschen. Die Größe des Kehlkopfes ist im Vergleich mit der Gesamtkörperlänge von Anfang an eine auffallende, nimmt jedoch gegen das Ende des Fötallebens wieder ab. In der Ontogenie läßt sich das kranialwärts Vorwachsen der Arytaenoidwülste sehr gut verfolgen, wobei diese fünften Visceralbogenteile mit ihrem kranialen Ende fast in die Gegend der zweiten Kiementasche zu liegen kommen. Das ist zweifellos mit der von GEGENBAUR vergleichend-anatomisch festgestellten Verschiebung des Larynx zum Hyoidkomplex hin in Parallele

zu setzen. Die eigentümliche Epithelverklebung an weit ausgedehnten Partien des embryonalen Kehlkopfs, deren Bedeutung nicht recht einzusehen ist, ist nicht ganz vollständig, vielmehr bleibt stets eine, wenn auch außerordentlich enge Kommunikationsöffnung zwischen Pharynx und Trachea. / (KALLIUS *97.*)

/ KALLIUS ist der Ansicht, daß beim Menschen prinzipielle Unterschiede nicht vorhanden sind. Auch hier liegen kaudal von den vierten Kiementaschen die beiden Arytaenoidwülste, die das Vorderdarmrohr in sagittaler Richtung komprimieren. Sie wurden als fünfte rudimentäre Kiemenbogen gedeutet. Später wird ihre Lage dadurch sehr wesentlich verändert, daß sie kranialwärts stark in die Höhe wachsen und dann nicht mehr ihre primitiven Beziehungen zum Kiemenbogengebiet erkennen lassen. — Die Anlage des Ringknorpels ist eine paarige. / (KALLIUS *98.*)

/ HANSEMANN bestätigt, was die Form des Morgagnischen Ventrikels bei seiner Entwicklung anlangt, im allgemeinen das, was KALLIUS und seine Vorgänger angeben. Im dritten Monat ist von dem Ventrikel noch nichts zu sehen. Erst im Anfang des vierten sieht man die Ausstülpung, die ventralwärts und etwas kranialwärts gerichtet ist und an der man schon sehr bald den Appendix in seiner Anlage erkennt. / (HANSEMANN *99.*)

/ TOURNEUX untersuchte die Embryonalentwicklung des Epithels in Larynx und Trachea des Menschen. In der Wand der Bronchopulmonalknospe, von der aus sich die verschiedenen Epithelsorten des Larynx, der Trachea, der Bronchen und der Lungenläppchen entwickeln, findet sich ein embryonales geschichtetes Epithel, bestehend aus mehreren Schichten kleiner polyedrischer, unregelmäßig aufgehäufter Zellen. Dieses embryonale Epithelium kann sich in zweifachem Sinne differenzieren und geschichtetes Pflasterepithel oder Zylinderepithel entstehen lassen.

Beim menschlichen Embryo von 18 mm sind die Larynxwände, an der Stelle, welche den späteren Stimmbändern entspricht, fest verbunden. Beim Embryo von 32/40 mm zeigt sich das erste Stadium in zwei die unteren Stimmbänder überkleidenden Hälften. Diese Teilung ist vollständig beim Embryo von 6/8,5 cm. Das Trachealepithel ist 45 μ hoch, ist geschichtetes Zylinderepithel und zeigt schon beim Fötus von 4,5/6 cm Länge deutliche Cilien. Auf der Vertikalfläche der Glottisseite der unteren Stimmbänder findet sich geschichtetes Pflasterepithel. Beim Fötus von 8,3/11 cm finden sich Drüsenanlagen im Larynx in Form von hohlen handschuhfingerförmigen Knospen. Fötus von 10/14,5 cm. Die größer gewordenen Drüsen dringen in die Epiglottis ein. Fötus von 16/23,5 cm. Das Flimmerepithel im Larynx wird 60 μ dick, das geschichtete Pflasterepithel des Stimmbandes 25 μ, die Drüsen sind verzweigt. Fötus 35/50 cm. Auch die andere Seite des Stimmbandes erhält geschichtetes Epithel, das Taschenband hat immer noch Flimmerepithel. Das Pflasterepithel ist stets dicker als das Flimmerepithel.

Achttägiges Kind: Das geschichtete Pflasterepithel der Stimmbänder ist dicker geworden (60 μ) und die Bindegewebsoberfläche beginnt papilläre Vorsprünge zu entwickeln.

Sechs Monate altes Kind: Pflasterepithel und Zylinderepithel zeigen eine Höhe von 70 – 75 μ. Die Papillen erreichen eine Höhe von ungefähr 1 mm. Das Taschenband zeigt gleichfalls 75 μ dickes geschichtetes Pflasterepithel, erhält jedoch (auch beim Erwachsenen nicht) keine Papillen. / (TOURNEUX *85.*)

/ FEIN untersuchte neuerdings die Verklebungen im Bereiche des embryonalen Kehlkopfes beim Menschen und kommt zu dem Resultat, daß seine eigenen Beobachtungen der Terminansetzung von KALLIUS für die Lösung — die 10. bis 11. Woche — nicht widersprechen. In Gegensatz dagegen tritt FEIN zu der Angabe von KALLIUS, nach welcher die Epithelverklebung den Kehlkopfeingang nicht vollständig verschließt. Bezüglich der schwer festzustellenden und in verschiedenen Entwicklungsstadien wechselnden räumlichen Ausdehnung des Verklebungsprozesses sei auf die Originalarbeit verwiesen. Die Verklebung kommt durch ungleichmäßiges Wachstum des mesodermalen Rohres einerseits und des Epithelialrohres andererseits zustande, während die Frage, warum dieser Prozeß in bestimmten Stadien so regelmäßig zustande kommt, vorläufig unbeantwortet bleibt. / (FEIN *03.*)

Trachea.

Soweit den folgenden Angaben nichts anderes beigefügt ist, beziehen sich dieselben auf die Trachea im besonderen. Da jedoch Trachea und Bronchien im Bau in vielen Punkten übereinstimmen, haben einige Autoren ihre Ergebnisse an Trachea und Bronchien zusammen geschildert. Soweit letzteres von solchen Autoren angegeben ist, habe ich im folgenden beigefügt, daß sich die betreffende Darstellung auf die „Tracheobronchialschleimhaut" beziehe. Ebenso habe ich an diejenigen Angaben zu erinnern, welche in dem vorangehenden Abschnitt über den Bau der „Laryngotrachealschleimhaut" und deren Bestandteile (Epithel, Drüsen etc.) gemacht wurden.

Einer Einteilung der Trachea, sowie der Bronchien in „Schichten" stellt sich hindernd der Umstand entgegen, daß die Trachea zwar ein für sich bestehendes Ganzes, aber doch nur einen Teil des luftzuführenden Röhrensystems darstellt.

Mit der feineren Verzweigung dieses Röhrensystems und dem Kleinerwerden des Kalibers der einzelnen Röhren schwindet allmählich die Mehrzahl jener histologischen Bestandteile, welche im Anfangsteil des Rohres vorhanden waren. So entziehen sich uns Faktoren, welche etwa in der Trachea für eine Schichteinteilung maßgebend sein konnten, in den feineren Verzweigungen des Bronchialbaumes. Es kann daher jede auf einzelne histologische Bestandteile der Trachea gegründete Einteilung in Schichten höchstens eine speziell topische, nicht aber allgemeine Bedeutung für den Bronchialbaum haben.

Noch kommt dazu, daß Bestandteile, welche in früheren Zeiten den Histologen geradezu als trennende Schichten erschienen, heute eine andere Deutung erfahren müssen, so z. B. der Knorpel. Ich habe seinerzeit nachgewiesen, daß wir im Stratum compactum des Magendarmkanals nicht eine Schicht zu sehen haben, welche zwischen anderen Schichten trennt, sondern vielmehr eine Schicht in der das gesamte zusammenhängende Stützgewebe des Darmes seine stärkste Entwicklung, gewissermaßen sein Fundament, seine Grundlage, sein Zentrum, seinen Hauptstützpunkt findet. So möchte ich es heute als ganz verfehlt bezeichnen, wenn wir den Trachealknorpel als eine Schicht auffassen, welche etwa zwischen einer äußeren Faserhaut und einer inneren Faserhaut und Schleimhaut trennen sollte. Im Gegenteil bildet der Trachealknorpel die Grundlage für das gesamte Stützsystem der Trachea. In ihm konsolidieren sich die stützenden Elemente der Schleimhaut, an den Trachealknorpel gliedert sich dessen

Perichondrium an, auf dem Trachealknorpel ruht innen die Schleimhaut, ihn überkleidet äußeres Bindegewebe. Der Trachealknorpel trennt also nicht zwischen Mucosa und Adventitia, sondern er bildet die feste Grundlage des Stützsystems aller Schichten der Trachea, eine Grundlage in der die dynamischen Wirkungen aller Schichten ihre Basis finden.

Wenn wir also in diesem Sinne in der Trachealschleimhaut nur eine einzige Schicht sehen sollten, nämlich eine auf knorpeliger Grundlage aufgebaute Mucosa so ist es doch erforderlich, namentlich wenn wir den Ausbau dieser Schleimhaut bei den verschiedenen Tieren im speziellen betrachten wollen, gewisse Benennungen kennen zu lernen, welche von einigen Autoren gebraucht wurden. Hier ist vor allem der Versuch zu erwähnen, in der Trachealschleimhaut (analog zur Darmschleimhaut) eine Submucosa aufzufinden und abzugrenzen.

/LEYDIG unterscheidet in der Trachea der Säugetiere neben der in einzelne Knorpelstücke modifizierten Bindesubstanz den bindegewebigen Teil der Mucosa (Tunica propria) und das Epithel der Mucosa./ (LEYDIG *57*.)

FRANKENHÄUSER *79* teilt die Trachea der Säuger und des Menschen in folgende Schichten ein:

I. Äußere Faserhaut, schließt die Knorpel ein, deren Perichondrium sie bildet und schließt die transversalen Muskelbündel des membranösen Teiles ein, wenn diese sich an die äußere Seite der Trachealknorpel inserieren; inserieren die Muskeln innen am Knorpel, so werden sie nach innen hin nur von der Schleimhaut bedeckt.

II. Submucosa (beim Menschen und der Mehrzahl der Säugetiere vorhanden), ist nur in den Knorpelinterstitien stärker entwickelt und und fehlt über den Knorpeln, sowie in dem membranösen Teil fast immer, doch kommt sie über den Knorpeln vor, wenn sich hier Drüsen finden und im membranösen Teil, wenn die transversale Muskulatur sich an der äußeren Fläche der Knorpel ansetzt.

III. Mucosa, besteht:
1. aus dem Epithel und
2. aus dem bindegewebigen Teil, welchen FRANKENHÄUSER innere Faserschicht nennt. Bei den größeren Säugetieren läßt diese innere Faserhaut drei Schichten unterscheiden, von innen nach außen:
   a) Schicht der lymphoiden Zellen,
   b) Schicht der elastischen Längsfasern,
   c) Schicht derber Bindegewebsfaserbündel.

a und b verschmelzen bei den kleineren Säugetieren.
a grenzt sich gegen das Epithel durch die Basalmembran ab.

Trachealepithel.

Bau des Trachealepithels. /Das flimmernde Zylinderepithel in der Trachea der Säugetiere und des Menschen erkannte HENLE bereits im Jahre 1837 und bildete dasselbe in seiner Fig. 10 aus der Trachea der Katze ab./ (HENLE *37*, p. 23 f.)

/Die Wand der Luftwege besteht in ihrem ganzen Verlauf aus einem Epithel und einem Substratum desselben. Das Epithel ist in allen Kanälen des ersten Teiles der Atmungswege ein Flimmerepithel./ (E. SCHULTZ *50*.)

/REITZ beschreibt im Trachealepithel von Hund und Katze Becherzellen, seltener bei Kind und Kaninchen./ (REITZ *67*.)

/ Nachdem F. E. SCHULZE (in STRICKER 1871) das Vorkommen von Becherzellen in der Schleimhaut der Bronchien nachgewiesen hatte, werden solche Gebilde auch in der Trachealschleimhaut erwähnt, so z. B. von FREY (Handbuch, 4. Aufl. 1874), TOLDT (Lehrb. d. Gewebelehre, 1877), und W. KRAUSE (Handbuch, 3. Aufl. 1876).

KLEIN beschrieb 1875 wie früher SIKORSKY in Bronchialepithel zwischen den echten Epithelzellen verzweigte intraepitheliale Bindegewebskörperchen, welche im Dienste des Lymphsystems stehen. / (WALLER und BJÖRKMAN *82.*)

/ Das Epithel der Trachealschleimhaut der Säugetiere hat eine Höhe von 0,01—0,07 mm und ist ein geschichtetes Flimmerepithel, welches aus Flimmerzellen und darunterliegenden polyedrischen Zellen besteht. Bei einigen kleinen Tieren (Wiesel, Fledermaus, fliegendes Eichhörnchen, Maus) sind die polyedrischen Zellen nicht in einer geschlossenen Reihe angeordnet, sondern liegen hie und da zwischen den unteren Enden der Flimmerzellen, jedoch fehlen sie nie vollständig. Im allgemeinen haben die größeren Tiere ein höheres, die kleinen ein niedriges Epithel, jedoch steht die Höhe des Epithels nicht genau im Verhältnis zur Größe des Tieres; so hat die Katze ein ebenso hohes Epithel, wie das Schaf und das Rind. Die Höhe der Zellen nimmt rascher ab, als die Breite derselben, so daß die Zellen bei den kleinen Tieren verhältnismäßig breiter sind als bei den größeren. Die Flimmerzellen beim Menschen und bei allen von FRANKENHÄUSER untersuchten Tieren haben eine unregelmäßig pyramidale Form und sind an den unteren Enden mit Fortsätzen versehen, die zwischen die Zellen der zweiten Schicht eindringen. An der Basis der pyramidalen Zellen fand FRANKENHÄUSER immer eine zarte Cuticula, auf welcher Flimmerhärchen aufsitzen. Das Protoplasma der Flimmerzellen färbt sich schwach durch Karmin und erscheint an gehärteten Präparaten fast homogen. Untersucht man frische Präparate, so findet man das Protoplasma stark körnig, so daß der Kern, welcher oval ist und ziemlich homogen erscheint, nur undeutlich durch dasselbe durchschimmert, und außerdem bemerkt man immer eine der Längsachse der Zelle entsprechende Streifung der Cuticula.

Zwischen den Flimmerzellen sieht man bei allen untersuchten Tieren und auch beim Menschen, wenn auch in sehr wechselnder Häufigkeit, Becherzellen, welche ganz das Aussehen der Becherzellen des Darmes haben. Bei den Eichhörnchen überwiegen die Becherzellen bedeutend die Flimmerzellen, sonst ist das umgekehrte Verhältnis die Regel. Beim Menschen und einigen Tieren (Rind, Schwein) findet man noch spindelförmige Zellen, zwischen den schon beschriebenen Zellen, die in ihrem sonstigen Verhalten vollständig mit den Flimmerzellen übereinstimmen.

Die polyedrischen Zellen haben sehr unregelmäßige Gestalt, wenig feinkörniges Protoplasma und einen großen, runden, granulierten Kern, der immer ein deutliches Kernkörperchen einschließt. Die eben beschriebenen Zellen liegen auf der Basalmembran und sind in dieselbe gewissermaßen eingebettet. Bei den kleinen Tieren, bei welchen die polyedrischen Zellen keine kontinuierliche Schicht bilden, sind dieselben meist recht niedrig, spindelförmig oder sie erscheinen auch pyramidal, wie die Flimmerzellen, sind aber mit der Basis der Pyramide gegen die Basalmembran gerichtet. Beim Menschen und beim Pferde findet man stellenweise zwei Reihen von polyedrischen Zellen. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

/ Die Höhe des mehrschichtigen Trachealepithels ist bei den kleineren Haussäugetieren eine im allgemeinen geringere als bei den größeren. / (SUSSDORF in ELLENBERGER *84.*)

Siehe auch bei DRASCH *81* Abbildungen vom Trachealepithel vom Rinde und vom Menschen.

/ Es ist SCHIEFFERDECKER wahrscheinlich, daß in vielen Fällen, vielleicht immer, eine homogene Masse, ein wirklicher Saum, zwischen den unteren Enden der Cilien des Flimmerepithels existiert. Es spricht dafür das Verhalten des Trachealepithels des Menschen nach Isolation durch Behandlung mit Müllerscher Flüssigkeit. / (SCHIEFFERDECKER in BEHRENS, KOSSEL und SCHIEFFERDECKER *91*.)

Schichtung des Trachealepithels: / HENLE (Handbuch) behauptet, daß die Annahme eines geschichteten Flimmerepithels in der Trachealschleimhaut auf einer optischen Täuschung beruhe, da sich „in dem dicken Durchschnitt von einer gewissen Mächtigkeit, wenn sie sich mit der freien Fläche schräg legen, die Kerne nebeneinander liegender Zellen in übereinander geordneten Reihen zeigen“. / (FRANKENHÄUSER *79*.)

FRANKENHÄUSERS Einwände hiegegen (Isolation verschiedener Zellformen, verschiedenes Tinktionsvermögen der Zellen, verschiedene Kernformen) treffen meiner Ansicht nach nicht den Kernpunkt. Vergl. das oben p. 359 über das Epithel der Larynxschleimhaut Gesagte.

/ Das Epithel der Trachea und der Bronchien ist nach DOLKOWSKI *75* dreischichtig. Ein zylindrisches Flimmerepithel bildet die oberste Schicht, dann folgen zylindrisch ovale Zellen und schließlich lymphkörperähnliche Zellen.

VERSON, KRAUSE, andere neuere Autoren und FRANKENHÄUSER sind dagegen der Ansicht, daß bei dem Menschen und den größeren Säugern das Epithel immer in zwei Schichten vorkommt, und daß nur bei einigen kleinen Tieren das Trachealepithel vielleicht stellenweise einschichtig ist. / (FRANKENHÄUSER *79*.)

/ DRASCH *80* gibt HENLE insofern Recht, als er die Flimmerzellen der Tracheobronchialschleimhaut bis zur Mucosa propria herabreichen läßt, doch findet er noch typisch andere Zellenformen, von denen jedoch die Becherzellen nicht als selbständige Bildungen, sondern nur als Übergänge zu den Flimmerzellen angesehen werden. / (KÖLLIKER *81*.)

/ KÖLLIKER *81* verteidigt an der menschlichen Trachealschleimhaut das mehrschichtige Flimmerepithel, dessen Zellen fast alle die Basalmembran erreichen. Er nennt die Basalmembran den innersten Teil des subepithelialen Bindegewebes.

Nach WALLER und BJÖRKMAN *82* ist das Flimmerepithel zweischichtig und es ist fraglich, ob die Flimmerzellen alle die Basalmembran erreichen, aber sicher die Becherzellen. / (SCHNITZLER *93*.)

/ Die sämtlichen Zellen des Trachealepithels erreichen, wie DRASCH behauptet und wie FLEMMING nicht bestreiten will, mit ihren Füßen das Bindegewebe. / (FLEMMING *85*.)

Ich bin der Ansicht, daß im Trachealepithel die Zellen nebeneinander stehen (in geschichteten Epithelien dagegen übereinander). Wir können daher das Trachealepithel nach der Lage der Kerne als zwei-, drei- oder mehrzeilig bezeichnen, dürfen es aber nicht zu den geschichteten Epithelien rechnen.

Regeneration des Trachealepithels. / KNAUFF *67* untersuchte das Epithel der Bronchien und der Trachea. Er nimmt eine Umwandlung der cilientragenden Zellen in Becherzellen an. KNAUFF läßt die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß die Becherzelle mehrmals ihren Inhalt ergießt, aber die Entleerung erfolgt nur in einer beschränkten Anzahl. KNAUFF behauptet, man könne in der Becherzelle keine elementare Drüse

sehen, da die Existenz derselben mit dem Sekretionsvorgang ihren Abschluß findet. / (LIST *86* und KÖLLIKER *81*.)

/ DRASCH ging aus von den Untersuchungen von LOTT *73*, nach dem die physiologische Regeneration des geschichteten Pflasterepithels von in der untersten Zellenlage befindlichen Rudimentzellen ausgeht, indem sich diese unter Zurücklassung von neuen Rudimentzellen infolge bestimmter mechanischer Verhältnisse allmählich in die platten Zellen der Hornschicht umwandeln. DRASCH, welcher das Trachealepithel von Kaninchen, Hund, Meerschweinchen und Mensch untersuchte, kommt zum Resultat, daß sich die Neubildung von Zellen aus Rudimenten auch im Flimmerepithel gerade so verfolgen läßt, wie im geschichteten Plattenepithel. Immerhin räumt DRASCH ein, daß auf eine Zellvermehrung durch Zellteilung im Sinne der Autoren auch einzelne seiner Bilder hinweisen, und es kann darum das Vorkommen derselben nach ihm auch im Flimmerepithel des Erwachsenen nicht ausgeschlossen werden. Im übrigen schließt DRASCH (p. 243): „Jede Rudimentzelle wird zu einer Keilzelle, während welcher Zeit an ihr durch den seitlichen Druck der um sie gelagerten jüngeren Rudimentzellen die Fortsätze gebildet werden. Einzelne pyramidenförmige Anschwellungen der Fortsätze werden schon frühzeitig abgeschnürt und bilden Rudimente, aus welchen neue Zellen entstehen.

Die Keilzellen gehen durch die Formen der Becherzellen hindurch in polygonale, mit mehreren Fortsätzen versehenen Zellen, an welchen zu einer bestimmten Zeit Flimmern auftreten, dadurch über, daß ihr Protoplasma und Kern von anderen nachrückenden Keilzellen emporgedrängt wird, und, da durch diese Druckverhältnisse Flimmerzellen entweder ausgestoßen werden oder durch Atrophie zugrunde gehen, sie aufeinander zu drücken beginnen. Von ihnen werden durch dieselben Keilzellen nach und nach die Nebenfortsätze abgeschnürt und so wird eine Flimmerzelle mit mehreren Fortsätzen zu einer Flimmerzelle mit einem Fortsatze. Die abgeschnürten pyramidenförmigen Anschwellungen der ausgestoßenen Flimmerzellen bilden ebenfalls wieder Rudimente." / (DRASCH *80*.)

/ KÖLLIKER *81* nimmt an, daß in der Tracheobronchialschleimhaut ein Teil der Ersatzzellen zu Flimmerzellen, ein anderer, an Zahl geringerer Teil zu Becherzellen sich gestaltet. Die Möglichkeit von KNAUFFS Ansicht hält KÖLLIKER auch nicht für ausgeschlossen, doch spricht er sich gegen DRASCHS Ansicht aus, wenn er dieselbe auch für denkbar hält.

Die Ersatzzellen läßt KÖLLIKER aus den Basalzellen hervorgehen, in letzteren hat er in einer gewissen Zahl von Fällen (nicht häufig) zwei Kerne gefunden, was auch DRASCH einige Male sah. KÖLLIKER spricht sich gegen DRASCHS Lehre aus (vom Kernhaltigwerden abgelöster Stiele der Ersatzzellen). / (KÖLLIKER *81*.)

/ Mitosen fanden WALLER und BJÖRKMAN damals nie im Trachealepithel (Hund, Katze, Kaninchen). / (WALLER und BJÖRKMAN *82*.)

/ Doch konnten WALLER und BJÖRKMAN *82* wie KÖLLIKER *81* die Ansicht von DRASCH *80*, der (siehe oben) im Zusammenhang mit dem Regenerationsprozeß im Epithel die Becherzellen als Übergangsstadien von den Keilzellen zu den Flimmerzellen ansieht, nicht teilen.

LIST, der sich gleichfalls eingehender mit den Becherzellen des Trachealepithels beschäftigt hat, ist geneigt, die Becherzellen mit KÖLLIKER und WALLER und BJÖRKMAN als aus den Flimmerzellen durch

einen eigentümlichen Umwandlungsprozeß hervorgegangene selbständige Gebilde anzusehen. / (LIST *86*.)

/ Nach DRASCH sind die Becherzellen weder Kunstprodukte noch selbständige Gebilde im Sinne SCHULZES und FLEMMINGS, sondern sie sind die Übergangsstadien von den Keilzellen zu den Flimmerzellen. DRASCH hält seinen früheren Ausspruch (vergl. DRASCH *80*) vollinhaltlich aufrecht, daß auch unter den Basalzellen die Bildung der Rudimentzellen nicht durch Zellteilung nach vorausgegangener Karyokinese des Kernes stattfindet. In dem Falle, wo Karyokinese an einer Zelle vor sich gegangen ist, teilt sich diese Zelle selbst vielleicht niemals und bleibt zeitlebens als eine Zelle mit zwei Kernen bestehen. / (DRASCH *81*.)

/ DRASCH *80* benützte zur Erhaltung von Mitosen wenig geeignete Methoden. Daß DRASCH *81* auch in dieser zweiten Arbeit Mitosen vermißte, sucht HENLE damit zu erklären, daß im Trachealepithel nur in seltenen Fällen neue Zellen gebildet werden.

BOCKENDAHL untersuchte acht Tracheen erwachsener Hunde, eine Trachea der Katze, zwei Tracheen von Meerschweinchen, eine Kaninchentrachea, zwei vom Menschen, sämtlich vom Erwachsenen, außerdem Tracheen von zwei jugendlichen Katzen und einem jugendlichen Hund. Bei keiner der untersuchten Tiertracheen, ebensowenig beim Menschen, vermißte BOCKENDAHL Mitosen, nie sah er ein lokal gehäuftes Vorkommen, nie aber wurde ein Stück geschnitten, ohne hier und da in den Stücken vereinzelte Mitosen zu finden. / (BOCKENDAHL *85*.)

/ DRASCH gelangte in seiner zweiten Arbeit zu dem Schluß, daß die karyokinetische Zellteilung bei der normalen Epithelregeneration in der Trachea keinerlei Rolle spielen könne. Die Entgegnung darauf hat FLEMMING so lange anstehen lassen, bis die damals begonnenen Arbeiten von A. BOCKENDAHL über die Regeneration des Trachealepithels zum Abschluß gelangt waren und hatte nur vorläufig (Zellsubstanz, Kern und Zellteilung, 1882, p. 370, Anm. 1, Fig. 82, Taf. V daselbst) angemerkt, daß FLEMMING an den ersten eigenen Chromsäurepräparaten der Trachea des Hundes sofort einige Mitosen im Epithel fand und daß solche alsbald von BOCKENDAHL beim Kaninchen noch reichlicher beobachtet wurden. Weshalb DRASCH verhindert war, mehr als eine einzige Mitose zu finden, kann FLEMMING nicht beurteilen. Die Deutung DRASCHS, daß die eine von ihm gefundene Mitose nicht zur Zellteilung geführt haben würde, lassen die vielen von BOCKENDAHL und FLEMMING im Flimmerepithel gefundenen Mitosen unmöglich zu. Nach HENLES Vermutung und ROSSBACHS Untersuchungen ist die Verlustgröße beim Epithel der Luftwege in der Norm als so gering anzunehmen, daß die gefundene Menge von Zellteilungen zum Ersatz sehr wohl genügen könnte. / (FLEMMING *85*.)

/ Die ältere Lehre DRASCHS, daß Rudimentzellen (abgeschnürte kernlose Reste der Flimmerzellen) den Ausgangspunkt für die Regeneration bilden, ist als beseitigt zu betrachten. „Doch bleibt die von DRASCH ausführlich durch die genaue Analyse der im Flimmerepithel nachweisbaren Zellformen begründete Vorstellung, daß die Flimmerzellen durch Heranwachsen von Basalzellen, welche sich zunächst als nach oben spitze Keile zwischen die Flimmerzellen einschieben, ersetzt werden, von dem Nachweise der mitotischen Kern- und Zellteilung unberührt."

v. EBNER ist es wahrscheinlich, daß sich nur die Basal- und Keilzellen mitotisch teilen, für die völlig differenzierten Flimmerzellen, die Hauptzellen KÖLLIKERS (1881), erscheint mitotische Teilung nicht hinreichend erwiesen.

Drasch glaubt, die Becherzellen gehören zum Entwicklungskreis der Flimmerzellen. v. Ebner ist es dagegen nicht wahrscheinlich, daß eine bereits als sezernierende Zelle differenzierte Epithelzelle sich zu einer Flimmerzelle umwandle, und darum hat diese Ansicht Draschs wenig Anklang gefunden, obwohl sie nicht direkt widerlegt wurde. Auch Schnitzler hat die Umwandlung der Becherzellen in Flimmerzellen behauptet. Dagegen hatten Waller und Björkman umgekehrt die Umwandlung der Flimmerzellen in Becherzellen angenommen, indem sie Becherzellen mit einem Cilienkranz nachwiesen, und F. Merkel *95* (p. 108) glaubt, ebenso wie Knauff *67* und Kölliker (Verh. d. phys.-med. Ges. in Würzburg 1881), dasselbe gesehen zu haben. Diese Angaben befinden sich in Übereinstimmung mit der sehr verbreiteten Ansicht, daß die Becherzellen aus den gewöhnlichen Flimmerzellen hervorgehen, wobei jedoch zu bemerken ist, daß Flimmerzellen, wie viele andere Elementarteile, einer schleimigen Degeneration unterliegen können, welche möglicherweise zu einer Verwechslung mit Becherzellen Anlaß geben kann. So bleibt die Frage nach der Herkunft der Becherzellen des Respirationstraktes eine offene, wenn auch die Analogie mit den Becherzellen an anderen Orten dafür spricht, daß dieselben aus indifferenten Basalzellen selbständig, ohne genetischen Zusammenhang mit den Flimmerzellen, sich entwickeln. Für die genetische gegenseitige Unabhängigkeit der Flimmerzellen und Becherzellen im Respirationsapparate scheint v. Ebner auch die von Kölliker festgestellte Tatsache zu sprechen, daß am Übergange die feinsten Bronchien in das eigentliche respirierende Lungengewebe eine Strecke vorkommt, in welcher nur Flimmerzellen, aber keine Becherzellen im Epithel sich finden./ (v. Ebner *99*.)

Vorkommen von Pflasterepithel in der Trachea. /Die Ringknorpel der Trachea bei Katze und Hund liegen mit ihren Enden hinten übereinander. Während der Kontraktion des hinteren M. trachealis werden die einander gegenüberliegenden Flächen der das Innere der Trachea auskleidenden Schleimhaut von den übereinanderliegenden Knorpeln gegeneinander gerieben. An solchen Stellen fanden Haycraft und Carlier mehrschichtiges Plattenepithel. Übergangsformen zwischen letzterem und dem Wimperepithel, welches den Rest des Inneren der Trachea auskleidet, findet sich auch da, wo die Reibung nicht so stark ist. Die Autoren haben Schnitte der Trachea von neugeborenen Kätzchen untersucht und gefunden, daß die ganze Schleimhaut bewimpert ist. Das mehrschichtige Plattenepithel muß daher infolge der oben angedeuteten Reibung während des Lebens des Tieres aus dem Wimperepithel gebildet werden. Die veränderten Berührungsverhältnisse verursachen ohne Zweifel die Bildung von platten, keratinisierten Zellen aus den niedriger gelegenen Schichten des früheren Wimperepithels./ (Haycraft und Carlier *90a* und *b*.)

/Auf Grund seiner Befunde beim Menschen (siehe dort, geschichtetes Pflasterepithel im oberen Teil der Trachea) und der Angaben von Haycraft und Carlier beim Hund untersuchte Baraban einen alten Hund, fand jedoch überall in der Trachea das klassische Flimmerepithel. Beim Menschen wäre an eine derartige Reibung überhaupt nicht zu denken.

Griffini (Contribution à la pathologie du tissu épithélial cylindrique. Archives ital. de biol. 1884. Die frühere Arbeit von Griffini 1874 war Baraban nicht zugänglich) hat die Bildung von geschichtetem Pflasterepithel in der menschlichen Trachea bei Tuberkulösen beschrieben, aber auch in gesunden Teilen der Trachea, findet jedoch die Ur-

sache für das Entstehen des geschichteten Pflasterepithels in sekundären Entzündungen.

BARABAN glaubt, daß die Umwandlung des Flimmerepithels der Trachea in geschichtetes Pflasterepithel durch wiederholte und andauernde

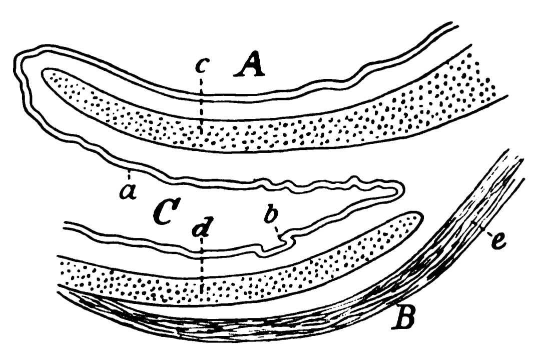


Fig. 255. **Trachea der Katze.** Querschnitt durch den dorsalen Teil der Trachea vom erwachsenen Tier. *C* die Spalte zwischen der Längsfalte *A* und der hinteren Trachealwand *B*; *a* und *b* Stellen, an welchen die Schleimhaut nicht Flimmerepithel, sondern geschichtetes Pflasterepithel trägt; *c* und *d* Knorpel; *e* Muskel. Zeiss a, Ok. 2, reduziert auf $^3/_4$. (Nach DERBE *92.*)

Wirkung von Reizen schwacher Intensität bedingt wird (wie z. B. vieles Rauchen). Die erste Etappe des Prozesses scheint der Verlust der Cilien zu sein und Auftreten von Schleim in den Zellen. / (BARABAN *90.*)

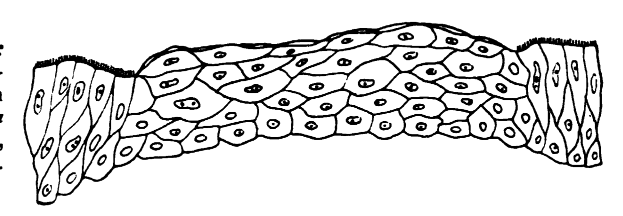


Fig. 256. **Trachea der Katze.** Geschichtetes Plattenepithel von der dorsalen Fläche der Längsfalte (*a* in Fig. 255). Zeiss F, Ok. 2, reduziert auf $^3/_4$. (Nach DERBE *92.*)

/ DERBE findet: bei Igel und Eichhörnchen war ein Viertel des Trachealumfanges frei von Knorpel, beim Hasen, Menschen und Meerschweinchen umgrenzte der Knorpel etwa drei Viertel der Trachea, im letzten knorpelfreien Viertel war die Schleimhaut in nur flache Längsfalten gelegt. Dagegen war bei Katze und Marder schon mit bloßem Auge an der

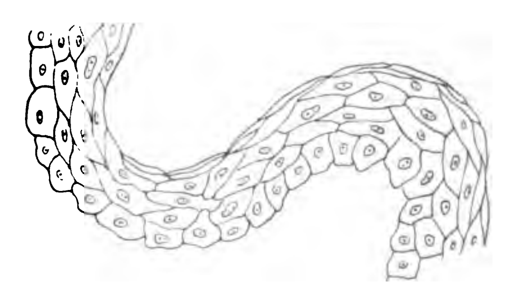


Fig. 257. **Trachea der Katze.** Geschichtetes Plattenepithel von der dorsalen Wand der Trachea (*b* in Fig. 255). Zeiss F, Ok. 2, reduziert auf $^3/_4$. (Nach DERBE *92.*)

hinteren Mittellinie eine Faltenbildung sichtbar. DERBE findet in Übereinstimmung mit HAYCRAFT und CARLIER, daß bei jungen Katzen die Trachealschleimhaut überall ein geschichtetes Flimmerepithel trägt. Bei erwachsenen Katzen dagegen kommt auch geschichtetes Pflasterepithel an der dorsalen Fläche der Trachea vor.

Von HAYCRAFT und CARLIER weichen DERBES Befunde in folgenden vier Punkten ab:

1. Das geschichtete Pflasterepithel (siehe Fig. 255, 256 und 257) findet sich nicht an der freien Kante, sondern an der dorsalen

Fläche der Falte im Bereiche der Spalte, welche diese Falte mit der dorsalen Trachealwand bildet.

2. Es gibt eine gleichgebaute Stelle im Epithel der gegenüberliegenden Wand der Spalte, im dorsalen Epithel der Trachealschleimhaut. HAYCRAFT und CARLIER nehmen keine Rücksicht auf die Flächenausdehnung der mit Pflasterepithel bekleideten Partien, aus den Untersuchungen von DERBE geht hervor, daß dieselben zwei in der dorsalen Wand verlaufende schmale Längsstreifen darstellen.
3. Übergangsepithel, „subcolumnar" und der Flimmern beraubte Zellen kommen in der Trachealschleimhaut nicht vor.
4. DERBE findet bei alten Katzen die ganze in das Lumen der Trachea vorspringende Schleimhautfalte von Knorpel gestützt. Nach der Abbildung von HAYCRAFT und CARLIER hat nur die äußere (dorsale) Hälfte der Falte eine knorpelige Grundlage.

Die Annahme von HAYCRAFT und CARLIER, daß diese Umwandlung durch Reibung erzeugt wird, daß also der Grund der Epitheländerung ein mechanischer ist, hält DERBE für nicht erwiesen, da es unverständlich ist, wie gerade die freie Kante der Falte eine Reibung erfahren sollte, wie es HAYCRAFT und CARLIER angeben. Noch viel ungünstiger für mechanische Erklärung liegt der Fall, wenn die Epithelumwandlung sich, wie in DERBEs Beobachtungen an zwei Punkten, die sich gegenüberliegen, aber durch nichts besonders der Reibung ausgesetzt sind, findet. Diese beiden Stellen sind auf zwei so scharf begrenzte Streifen beschränkt, daß eine mechanische Ursache unmöglich ist, denn sicher müßten sich dann in der nächsten Umgebung noch andere Spuren finden lassen; diese sind aber bei DERBES Untersuchungen nicht nachgewiesen.

Den Schlüssel für das Verständnis für diese Pflasterepithelstreifen findet DERBE in dem von RHEINER und KANTHACK beschriebenen Umstande, daß die untere Grenze des Pflasterepithels eine sehr wechselnde ist und daß auch tiefer, als die Stimmbänder liegen, das Vorkommen von Pflasterepithel im Kehlkopf beobachtet wurde. DERBE glaubt, daß nicht nur in pathologischen Fällen (KANTHACK), sondern auch normalerweise die Pflasterepithelien weiter in die Luftwege vordringen können, nur daß bei der Katze diese beiden Leisten mit Pflasterepithel direkte Fortsetzungen der zwischen den Aryknorpeln vorkommenden Pflasterepithelien sind, die während des Lebens der Tiere sich verdicken.

Infolge der schwierigen Untersuchungsverhältnisse (die Knorpel der alten Katzen waren sehr stark mit Kalksalzen durchsetzt) konnte DERBE nicht sicher nachweisen, ob diese Längsstreifen bis zum Kehlkopf hinaufreichen und wo ihre untere Grenze liegt./ (DERBE *92.*)

/MERKEL *95* hebt hervor, daß SCHNITZLER *93* in der dorsalen Wand der Katzentrachea Inseln von geschichtetem Plattenepithel eingesprengt gesehen hat, wie dies auch schon DRASCH (1879) erwähnt. Es ist bemerkenswert, daß unter ihnen die sonst stark entwickelten elastischen Fasern der Propria vollständig fehlen./ (FR. MERKEL *95.*)

/Inseln von geschichtetem Epithel in der Trachea wurden angegeben von DRASCH (Hund, Kaninchen, Meerschweinchen, Mensch), HAYCRAFT und CARLIER (Hund), SCHNITZLER (Katze), BARABAN (Mensch). (NICOLAS *98.*)

/HAYCRAFT und CARLIER *90a* und *90b* (siehe oben) bezeichnen als eines der Momente, welche eine Epithelmetaplasie fast physiologisch

hervorrufen können, den Druck und die Reibung. Obwohl HEYMANN diese ätiologischen Verhältnisse, gestützt auf eigene Beobachtungen, für durchaus einflußreich hält, scheint ihm doch die Beweisführung dieser Autoren durch die sehr sorgfältige Kontrolluntersuchung von MAX DERBE *92* (siehe oben) völlig widerlegt zu sein./ (P. HEYMANN *98*.)

Drüsen der Tracheobronchialschleimhaut.

Die folgenden Ausführungen schließen an das oben p. 363 ff. über die Drüsen der Larynxschleimhaut Gesagte an, ja sie behandeln zum Teil dasselbe Thema, insoweit oben bereits von den Drüsen der Laryngotrachealschleimhaut die Rede war. Da aber einige der wichtigsten Arbeiten (wie die von FRANKENHÄUSER *79*) in ihrem Thema die Drüsen der Larynxschleimhaut geradezu ausschließen, mußte ich den Stoff so gliedern. Als wesentlichstes Ergebnis der folgenden Ausführungen ist der Nachweis zu betrachten, daß es sich in den Drüsen der Tracheobronchialschleimhaut (ebenso wie wir dies oben von den Larynxdrüsen erfuhren) um Drüsen vom gemischten Typus handelt.

Eine kurze Übersicht über die Angaben der ältesten Autoren, welche die Tracheobronchialschleimhaut untersuchten, entnehme ich dem Referat von FRANKENHÄUSER *79*.

/ Entdecker der Tracheobronchialschleimdrüsen ist LAURENTIUS *1602*. MORGAGNI *1712* beschreibt dieselben genauer, Ausführgänge, Größe, Lage, Form. WOHLFAHRT *1748* bringt die erste Spezialarbeit über Bronchien, eine genauere Beschreibung findet sich bei SÖMMERING *1796*, derselben schließen sich MECKEL *20* und WEBER in HILDEBRANDTS *32* Anatomie vollständig an. KRAUSE zählt die Drüsen in der ersten Auflage seines Handbuches der menschlichen Anatomie (C. F. Th. KRAUSE *33*) zu seinen „cryptae mucosae", in der zweiten (C. F. Th. KRAUSE *43*) zu den aggregierten Drüsen und beschreibt sie genauer. Auch LEREBOULLET *38* kennt die Schleimdrüsen der Luftwege. HENLE (SÖMMERING *41*) zählt die Drüsen zu den traubigen Drüsen und dieser Angabe folgen fast alle späteren Autoren: M. J. WEBER *42* und HUSCHKE (SÖMMERING *41*). GÜNZBURG *45* findet, daß einzelne Drüsen im Kehlkopf schlauchförmig sind. ARNOLD (Handbuch der Anatomie 1847). E. SCHULTZ *50* deutet die Drüsen für Gefäßplexus, bildet sie aber richtig ab. RHEINER *52b* macht darauf aufmerksam, daß die Knorpel von dünner, fast drüsenloser Mucosa bekleidet seien. KÖLLIKER *50/54* unterscheidet 1852 (siehe unten bei Mensch) zweierlei Drüsen, 1. solche mit Zylinderepithel in der Schleimhaut selbst, 2. größere Drüsen, die acinös sind und die in ihren Acinis Pflasterepithel zeigen. Das Epithel der Mucosa ist ein geschichtetes Flimmerepithel. GERLACH *49* unterscheidet einfache und zusammengesetzte Schleimdrüsen. TEICHMANN *61* bringt genaue Angaben über die Lymphkapillaren.

Auch 1867 hält KÖLLIKER *67* an der Behauptung fest, daß das Epithel in den Acinis der größeren Drüsen ein Pflasterepithel ist. Gegen letzteres wendet sich VERSON *68*./ (FRANKENHÄUSER *79*.)

/In der Trachea bilden die Drüsen (mit REITZ gegen RHEINER) an den vorderen und seitlichen Partien eine zusammenhängende Schicht, die auf der Höhe der Knorpelringe nicht unterbrochen erscheint. An der hinteren knorpelfreien Fläche liegen die Drüsen größtenteils hinter der Muskelschicht, gleichzeitig können sie eine zweite, dünnere Schicht vor der Muskelhaut bilden./ (VERSON *68*.)

/ Verson *71* läßt die Drüsen der hinteren Trachealwand 3 Schichten bilden, nämlich: 1. zwischen Schleimhaut und Muskelschicht, 2. in der Muskelschicht und 3. in der äußeren Zellhaut. Verson beschreibt aus den Gefäßen stammende Wanderzellen, welche bis dicht unter das Epithel reichen und bestimmt sind, dasselbe zu ersetzen. Versons Behauptung, daß die Schleimdrüsen nicht über den Knorpeln fehlen, findet bei Boldyrew *71 b* Bestätigung; diesen beiden schließen sich die meisten neueren Autoren und Frankenhäuser an.

Diesen stehen gegenüber Rheiner und ihm sich anschließend Henle und Luschka. Boldyrew *71 b* findet bei Hunden Halbmonde, wie sie Giannuzzi in den Speicheldrüsen nachgewiesen hat. Boldyrew hält an der Bezeichnung acinöse Drüsen fest. / (Frankenhäuser *79*.)

/ Nach Stieda sind die Drüsen der Trachea und der Bronchien beim Menschen und den Säugetieren, wie Stieda im Gegensatz zu dem bis damals Angenommenen fand, nicht acinös, sondern tubulös. Sie bestehen bei einzelnen Tieren geradezu aus einem einzigen aufgeknäuelten Kanale wie die Schweißdrüsen des Menschen, bei anderen aus verästelten und aufgeknäuelten Tubulis. So fand sie Stieda bei Kalb, Kaninchen und Katze. Bei kleineren Tieren (Hund und Kaninchen) sind die tubulösen Formen am exquisitesten zu beobachten, bei Hund und Kaninchen den menschlichen Schweißdrüsen ganz ähnlich. Bei der Katze sind die Drüsen sehr reichlich entwickelt, so daß man die längsverlaufenden Kanäle dicht nebeneinandergestellt sieht. In der Trachea des Menschen finden sich kompliziertere Formen, welche acinösen Drüsen ähnlich sind, indessen sich namentlich, wenn man die Bilder dieser Drüsen von Säugetieren kennt, als tubulöse zu erkennen geben. Das Epithel dieser Drüsen ist immer zylindrisch. In der Trachea der Maus scheinen keine Drüsen vorzukommen. / (Stieda *71*.)

/ Henle *73* schließt sich im allgemeinen Schulze an, teilt aber in bezug auf die Verbreitung der Drüsen Rheiners Ansicht und gibt außerdem an, daß das Epithel der Trachealschleimhaut ein einschichtiges sei.

Nach Sappey *74* sind die Schleimdrüsen der Tracheobronchialschleimhaut traubig, und im membranösen Teil in 3 Schichten angeordnet, so wie Verson sie beschreibt.

Während alle neueren Autoren die Schleimdrüsen der Tracheobronchialschleimhaut für acinös halten, beschreibt Boldyrew *71 b* die Drüsen als tubulös, nennt dieselben jedoch acinös und stützt sich dabei auf Pflüger *71*, der für die sehr ähnlichen Speicheldrüsen diese letztere Bezeichnung braucht. Stieda rechnet dieselben zu den tubulösen. Von den Lehrbüchern sagt nur W. Krause, daß sie acinös oder tubulös seien, ohne sich genauer über diesen Punkt auszusprechen. Frankenhäuser schließt sich Stieda an und erklärt mit ihm die Tracheobronchialschleimdrüsen des Menschen und der untersuchten Säuger für verästelt tubulöse.

Zweierlei Drüsenformen, wie Gerlach und Kölliker, fand Frankenhäuser nicht, nur kleinere und größere, aber von derselben Form und demselben Bau.

W. Krause *76* sagt, daß die Ausführgänge der Drüsen der Tracheobronchialschleimhaut, ebenso wie die übrigen Hohlräume der Drüsen von Flimmerepithel ausgekleidet erscheinen. / (Frankenhäuser *79*.)

Die wichtigste Arbeit aus jener Zeit, in der zuerst zwei Arten von Drüsenzellen in den Trachealdrüsen beschrieben wurden, blieb Frankenhäuser verborgen. Ihr Verfasser ist Tarchetti, und Klein *79* machte

dieselbe für weitere Kreise bekannt. Übrigens hat schon FLEMMING in SCHWALBES Jahresbericht (Bd. IV, Literatur 1875, p. 250) auf den Fund TARCHETTIS aufmerksam gemacht.

Bereits BOLDYREW *71 b* (siehe oben p. 363) erwähnte an den Laryngotrachealdrüsen des Hundes das Vorkommen von GIANNUZZIschen Halbmonden.

/TARCHETTI *75* beschrieb in den Schleimdrüsen der Trachea zwei verschiedene Arten von Drüsenzellen; eine entsprechend den Schleimzellen, die andere den mehr opaken protoplasmatischen Parietalzellen; die letztere nimmt an manchen Stellen Teile des Alveolus ein, an anderen Stellen ist sie auf die Halbmonde reduziert.

LAVDOWSKY untersuchte die Schleimdrüsen auch von Larynx und Pharynx und beschrieb Veränderungen, welche die Zellen eingehen sollten und denen zufolge aus den Schleimzellen Eiweißzellen (schleimlose Zellen) werden würden.

KLEIN hat bei Mensch und Haussäugetieren die Drüsen von Larynx und Trachea untersucht. Er fand neben den Schleimzellen gekörnte Zellen in den Drüsen (siehe auch oben p. 364) der Epiglottis des Hundes, des menschlichen Larynx, der menschlichen Epiglottis und in der Trachea von Mensch und Katze.

In der Trachea der Katze findet KLEIN die Zahl von Schläuchen, welche nur gekörnte Zellen besitzen, sehr groß. Die gewöhnlichen Schleimzellen sind bei diesem Tier feine Zylinderzellen, welche sich von denen des Hundes insofern unterscheiden, als ihr Kern nicht komprimiert und so dicht basal gelegen ist, er ist vielmehr rundlich und liegt im äußeren Teil der Zelle nahe der Membrana propria./ (KLEIN *79*.)

/Die Drüsen der menschlichen Trachea zeigen in ein und derselben Drüse Schläuche, welche mit Schleimzellen und solche, welche mit gekörnten Epithelzellen ausgekleidet sind. Auch Halbmonde (besonders bei Katze und Hund) kommen vor./ (KLEIN and SMITH *80*.)

FRANKENHÄUSER *79*, der unabhängig von KLEIN und von der früheren Darstellung durch TARCHETTI die gemischte Natur der Trachealdrüsen beschrieb, also bestätigte, verdanken wir folgende Zusammenfassung seiner Befunde über den Bau dieser Drüsen.

/Die Schleimdrüsen der Trachealschleimhaut zeigen große Verschiedenheiten sowohl in der Reichlichkeit als auch in bezug auf den Ort ihres Vorkommens. Die Trachealschleimhaut ist bei den verschiedenen Tieren sehr verschieden reich an Schleimdrüsen. Bei dem gewöhnlichen und dem fliegenden Eichhörnchen fehlen die Schleimdrüsen in der Trachea. Am reichsten an Schleimdrüsen ist die Trachealschleimhaut des Menschen und ordnet man die Tiere nach ihrem Reichtum an Schleimdrüsen in der Trachealschleimhaut, so folgt zunächst dem Menschen die Katze, dann das Rind, das Schwein, das Schaf, der Dachs, die Ratte, das Wiesel, das Pferd, die bisher genannten Tiere haben alle ziemlich reichlich Schleimdrüsen in ihrer Trachealschleimhaut, wogegen die jetzt folgenden dieselben bedeutend spärlicher enthalten: Maulwurf, Hund, Maus, Igel, Fledermaus, Meerschweinchen, Kaninchen, Hase — die Schleimhaut der drei zuletzt genannten Tiere ist sehr arm an Schleimdrüsen.

Was die Verteilung der Drüsen betrifft, so kommen dieselben am reichlichsten in der vorderen und in der hinteren Wand der Trachea vor, doch fehlen sie auch den Seitenteilen nicht vollständig. In der vorderen Wand liegen die Drüsen meist in den Interstitien der Knorpel

und in der hinteren Wand, teils über den Enden der Knorpel, teils im membranösen Teil. Einige kleine Tiere (Ratte, Wiesel, Fledermaus, Meerschwein und Maus) haben im membranösen Teil der Trachea gar keine Drüsen. Die größten Drüsen kommen an den Stellen vor, wo die Drüsen am reichlichsten sind, d. h. gewöhnlich in der vorderen Wand der Trachea.

Im knorpeligen Teil der Trachea liegen die Körper der Schleimdrüsen immer in der Submucosa und nur einzelne Schläuche verirren sich in die Schleimhaut und in die äußere Faserschicht. Von dieser Regel machen nur die Schleimdrüsen des Pferdes und Hundes eine Ausnahme. Im membranösen Teil liegen die Drüsen bei den Tieren, bei welchen die transversale Muskulatur sich an der äußeren Seite der Trachealknorpel ansetzt, ebenso wie im knorpeligen Teil der Trachea, und immer vor der Muskulatur, dagegen bei den anderen Tieren, teils vor, teils zwischen und auch hinter den Muskelbündeln. Auch von dieser Regel macht das Pferd eine Ausnahme, da die Drüsen desselben nur vor der Muskulatur des membranösen Teils liegen.

Der Ausführgang der Drüsen durchsetzt die Schleimhaut ungeteilt, entweder senkrecht oder schräg und häufig auch geschlängelt. Die Länge des Ausführganges wechselt beim selben Tiere recht bedeutend. Die Drüsen des knorpeligen Teils der Trachea haben meist einen kurzen Ausführgang, nur wenn derselbe die Schleimhaut sehr schräg durchsetzt, so ist er länger. Im membranösen Teil ist der Ausführgang der Drüsen, besonders derer, die nach außen von der Muskulatur liegen, recht lang. Der Ausführgang ist meist ziemlich eng, zeigt beim Durchgange durch den innern Teil der innern Faserschicht fast regelmäßig eine Verengerung und mündet leicht trichterförmig erweitert an der Schleimhautoberfläche. Bisweilen ist die Mündung des Ausführganges ganz eng (Hund, Ratte). In den tiefern Teilen der Schleimhaut, zuweilen auch in der Submucosa, hat der Ausführgang sehr häufig eine ampullenartige Erweiterung.

In der Submucosa (beim Pferde und Hunde in der äußersten Schicht der innern Faserhaut) teilt sich der Ausführgang und bildet wiederholt verästelte Drüsenschläuche, welche röhrenförmige, meist kurze Endschläuche tragen und den Drüsenkörper darstellen. Beim Menschen und bei allen untersuchten Tieren, spricht Frankenhäuser die Schleimdrüsen der Trachea für verästelte, tubulöse Drüsen an.

Der Drüsenkörper hat verschiedene Gestalt, je nach dem Ort seines Vorkommens. In den Knorpelinterstitien ist der Drüsenkörper gewöhnlich rundlich oder oval, über den Knorpeln platt, kuchenförmig und im membranösen Teil länglich, ovoid oder birnförmig. Bei Rind, Hund, Schwein und Pferd haben die Drüsenkörper vorherrschend eine flache Kuchenform.

In betreff des histologischen Baues der Drüsen bemerkt man eine große Übereinstimmung bei den verschiedenen Tieren. Als äußere Hülle des Ausführganges sowie der Drüsenschläuche findet man immer eine zarte Basalmembran, welche die direkte Fortsetzung der Basalmembran der Schleimhaut ist und ebenso wie diese spindelförmige Kerne enthält. An den Drüsenschläuchen sieht man, daß in die Basalmembran verästelte, sternförmige Zellen eingelagert sind, die durch ihre Ausläufer miteinander anastomosieren. Am stärksten ist die Basalmembran beim Menschen entwickelt. Als innere Auskleidung der Drüsen setzt sich das Epithel der Schleimhaut in dieselben hinein fort und dabei geht es meist an der Mündung der Ausführgänge ganz plötzlich in ein einfaches, ziem-

lich niedriges, prismatisches Epithel über, welches dann den ganzen Ausführgang und seine Äste bis an die Drüsenschläuche auskleidet. Das Protoplasma der prismatischen Zellen ist feinkörnig, färbt sich durch Karmin und umgibt einen runden oder länglichen granulierten Kern. Zwischen den eben beschriebenen Zellen findet man bisweilen eine Anzahl von Zellen, die größer sind, hell, fast homogen erscheinen und einen abgeplatteten, wandständigen Kern enthalten. Beim Menschen und einigen größeren Tieren (Rind, Pferd, Hund) wird der Ausführgang häufig eine Strecke weit von einem geschichteten Zylinderepithel ausgekleidet, welches jedoch immer im weitern Verlauf des Ganges in das gewöhnliche prismatische Epithel übergeht. Die ampullenartigen Erweiterungen des Ausführganges sind stets von einem geschichteten Zylinderepithel ausgekleidet, welches meist auch deutliche Flimmerhärchen trägt.

In den Drüsenschläuchen fand FRANKENHÄUSER bei allen untersuchten Tieren und auch beim Menschen zwei Arten von Epithelzellen und außerdem Zellen, die gewissermaßen einen Übergang von der einen Form zu der andern darstellen. Das Mengenverhältnis der einen Art von Zellen zu der andern ist sehr wechselnd und bisweilen überwiegt bei einem Tiere die eine Art, so daß man nur ausnahmsweise die andere Form in den Drüsenschläuchen entdecken kann. Man findet in den Drüsenschläuchen größere, unregelmäßig pyramidale, zuweilen mehr rundliche Zellen, die einen Fortsatz an ihrer Basis zeigen, welcher unter die Nachbarzellen reicht. Der Inhalt dieser Zellen besteht aus stark lichtbrechenden Körnchen, erscheint fast homogen und färbt sich gar nicht durch Karmin. Der Kern ist klein, abgeplattet und liegt meist in der Nähe des Fortsatzes. Wenn die eben beschriebenen Zellen mit der zweiten Zellenart in einem Schlauche zusammen vorkommen, so liegen sie meist im Zentrum des Schlauches, und die zweite Zellenart nimmt die Peripherie desselben ein. Die Zellen der zweiten Art sind bedeutend kleiner als die der ersten, haben sehr unregelmäßige Gestalten, sind gegeneinander etwas abgeplattet und bilden häufig halbmondförmige Figuren in den Drüsenschläuchen. Das Protoplasma der kleinen Zellen ist feinkörnig, erscheint dunkler als das der andern Zellen und färbt sich sehr leicht durch Karmin. Der Kern der Zellen ist ziemlich groß, rund, granuliert und liegt in der Mitte der Zelle. Auch diese Zellen haben bisweilen an ihrer zur Wand des Drüsenschlauches gekehrten Seite Ausläufer, welche weit über die anderen Zellen hinausragen und untereinander anastomosieren.

Außer den eben beschriebenen findet man noch Zellen, die größer sind als die kleinen Zellen, deren Protoplasma sich weniger durch Karmin färbt und sehr feinkörnig, fast homogen ist. Der Kern dieser Zellen ist rund, liegt in der Mitte der Zelle und erscheint granuliert.

Häufig findet man in einem Drüsenschlauch alle diese Zellenformen, meist wenigstens zwei Formen, jedoch kommt es durchaus nicht selten vor, daß ein Drüsenschlauch von einer einzigen Art von Zellen ausgekleidet wird./ (FRANKENHÄUSER *79*.)

/ C. WALLER und G. BJÖRKMAN *82* finden vor allem an der Trachealschleimhaut des erwachsenen Menschen, außerdem aber auch an der von Hund, Katze und Kaninchen mucöse Acini zahlreicher vorhanden, seröse Acini weniger zahlreich. Erstere besitzen auch Giannuzzische Halbmonde, wie sie von FRANKENHÄUSER schon beschrieben wurden, wovon sich KÖLLIKER aber später nicht überzeugen konnte./ (FUCHS-WOLFRING *98*.)

/ Auch LIVINI hat (obwohl er erklärt, daß die Trachealdrüsen der Wirbeltiere im allgemeinen, wenn nicht immer, Schleimdrüsen seien) bei der Katze in den Drüsen zweierlei Zellen erkannt. / (LIVINI *96.*)

So war durch die Untersuchungen von TARCHETTI und die bestätigenden Mitteilungen von KLEIN und FRANKENHÄUSER festgestellt, daß die Trachealdrüsen der Säugetiere gemischte Drüsen sind. Diese Errungenschaft der 70er Jahre blieb jedoch weiteren Kreisen fremd und die folgenden Autoren bleiben zumeist bei der hergebrachten unrichtigen Anschauung. So bezeichnet BRÜCKE *81* die Drüsen der Trachea und des Kehlkopfes als Schleimdrüsen, v. THANHOFFER *85* hebt hervor, daß die Trachealdrüsen Schleim sezernieren und andere desgleichen.

Erst Frau FUCHS-WOLFRING *98* (siehe oben p. 364f.) gelang es, der Lehre, daß diese Drüsen gemischter Natur sind, weitere Verbreitung zu verschaffen und die alte Irrlehre endgültig zu beseitigen.

Tunica propria und Submucosa der Trachealschleimhaut.

/ MORGAGNI (Advers. I. 25. Tab. I) hat schon die weißgelblichen Längsfasern der Luftröhre und ihrer Äste dargestellt und bis in die äußersten Enden derselben verfolgt, so wie er auch (das. Taf. 2) die außerhalb gelegenen deutlich wahrnehmbaren Querfasern zwischen den Enden des Luftröhrenknorpels beschrieb. / (RUDOLPHI *21/28.*)

/ Schon das ligamentöse Fasergewebe, worin die Knorpel stecken, ist sehr elastisch. Nach der ganzen Länge der Luftwege aber bewirken die Verkürzung elastische, weiße Fasern, welche der Länge nach an der hinteren Seite der Schleimhaut sich festsetzen. Sie erheben die Schleimhaut in Falten, in welche sie sich hineinlegen. Diese elastischen Fasern setzen sich bis in die Enden der Luftröhrchen fort. / (REISSEISEN *08* und *22.*)

/ In allen untersuchten Tracheen fand FRANKENHÄUSER die Wand der Trachea aus zwei Häuten zusammengesetzt; nämlich aus der äußeren Faserhaut und aus der Schleimhaut (vergl. oben p. 527).

Die äußere Faserschicht ist beim Menschen und den untersuchten Tieren ganz gleich gebaut. Sie besteht aus derben, unregelmäßig verlaufenden und sich kreuzenden Bindegewebsbündeln und elastischen Fasern und enthält mehr oder weniger reichlich Fettzellen. Diese Schicht ist immer ziemlich stark entwickelt und hat eine den Größenverhältnissen der Trachea entsprechende Dicke. Die äußere Faserschicht schließt immer die Trachealknorpel ein und bildet deren Perichondrium, außerdem schließt sie die transversal verlaufenden Muskelbündel des membranösen Teils ein, wenn diese sich an der äußeren Seite der Trachealknorpel inserieren (siehe darüber unten im Kapitel: Muskulatur der Trachea). Inserieren die Bündel der glatten Muskelfasern an der inneren Fläche der Knorpel, so werden sie nach innen hin nur von der Schleimhaut bedeckt. Zwischen die äußere und innere Faserhaut schiebt sich bei dem Menschen und den meisten Säugetieren eine aus lockerem Bindegewebe bestehende und häufig Fettzellen sowie lymphoide Zellen enthaltende Submucosa ein. Die Submucosa ist nur in den Knorpelinterstitien stärker entwickelt und fehlt über den Knorpeln, sowie in dem membranösen Teil fast immer; doch kommt sie über den Knorpeln vor, wenn sich hier Drüsen finden und im membranösen Teil, wenn die transversale Muskulatur sich an der äußeren Fläche der Knorpel ansetzt. Da die Submucosa meist die Drüsen enthält, so ist sie da stärker entwickelt, wo die Drüsen reichlicher und größer sind.

Die Mucosa besteht immer aus dem Epithel und dem bindegewebigen Teile, welchen FRANKENHÄUSER innere Faserschicht nennt. Als charakteristisch für die innere Faserschicht fand er bei allen seinen Untersuchungsobjekten ein bindegewebiges Gerüst, in welches elastische Fasern und lymphoide Zellen in wechselnder Menge eingelagert sind.

Bei den größeren Tieren kann man meist drei Schichten in der inneren Faserhaut unterscheiden: die innerste dieser Schichten enthält als charakteristischen Gewebsbestandteil mehr oder weniger reichlich lymphoide Zellen, die mittlere elastische Längsfasern, und die äußere, welche den Übergang zu der Submucosa bildet, besteht fast nur aus derben Bindegewebsfaserbündeln. Die Dicke der Schichten ist bei den verschiedenen Tieren sehr verschieden, und ebenso ist auch der Gehalt an lymphoiden Zellen und elastischen Fasern nicht bei allen Tieren gleich. Bei den kleinen Tieren verschmelzen die beiden innern Schichten und man findet daher bei denselben im allgemeinen eine innere Schicht, die mehr oder weniger reich ist an elastischen Längsfasern und an lymphoiden Zellen, und eine äußere, aus sich kreuzenden, derben Bindegewebsbündeln bestehende Lage. Gegen das Epithel grenzt sich die innere Faserschicht durch eine Basalmembran (siehe unten) ab, die fast immer sehr zart und auf Querschnitten als eine Linie erscheint. / (FRANKENHÄUSER *79*.)

/ Die Propria mucosae zeigt, abgesehen vom Hunde, bei allen unseren Haussäugetieren eine deutliche Schichtenbildung. Die subepitheliale Lage ist sehr zartfaserigen Baues und enthält neben den gewöhnlichen Bindegewebs- auch reichliche Lymphoidzellen; beim Rinde sind Lymphnoduli in ihr, wie auch in den tieferen Schichten, z. B. zwischen den Bündeln des Quermuskels, nicht selten. Die mittlere Schicht wird insbesondere an der ventralen und dorsalen Luftröhrenwand von elastischen Längsfaserzügen hergestellt, welche das Vorhandensein von Falten veranlassen. Die äußerste Schicht der Schleimhaut wird durch vorwiegend längsverlaufende, derbe Bindegewebsbündel zusammengefügt, die sich an der Bildung des Perichondriums beteiligen und in den Zwischenringbändern in die lockere Submucosa übergehen. In der dorsalen Wand wird diese innerste Lage durch den Quermuskel ersetzt. / (SUSSDORF in ELLENBERGER *84*.)

/ Die fibröse Scheide der menschlichen Trachea enthält eine große Anzahl von elastischen Fasern. Die elastischen Längsfaserschichten im Innern der Trachea sind bei einigen Säugetieren viel mehr entwickelt, als beim Menschen, aber nirgends so außerordentlich stark wie beim Elefanten. Hier bildet sich eine vollständige Hülle von 5—6 mm Dicke, an deren Innenfläche die oberflächlichsten in Längsfalten abgehen, welche die Längsgruben trennen. / (SAPPEY *89*.)

/ Das Bindegewebe der Schleimhaut des Atmungsapparates ist mehr oder weniger dick, sehr dicht und sehr resistent. / (SAPPEY *94*.)

/ Die Propria mucosae der Trachea besteht bei den Haussäugetieren (ausgenommen Hund) aus einer zarten, zellreichen Innen-, einer elastischen, längsfaserigen Mittel- und einer derben, bindegewebigen, längsfaserigen Außenschicht. / (ELLENBERGER und GÜNTHER *01*.)

Basalmembran der Trachea: / LUSCHKA *71* betrachtet die Basalmembran als fein- und kurzfaserige Schicht des subepithelialen Bindegewebes. / (SCHNITZLER *93*.)

/ TOURNEUX und HERMANN *76* betonen besonders, daß die Basalmembran der Trachealschleimhaut nicht aus Zellen zusammengesetzt ist, sondern aus der Grundsubstanz des unterliegenden Bindegewebes hervorgeht. In der Basalmembran bemerkt man meist mehr oder weniger zahl-

reiche, spindelförmige Kerne, sonst erscheint dieselbe auf Durchschnitten homogen und strukturlos. Zuweilen wird die Basalmembran von sehr dünnen Fäden durchsetzt, die aus der inneren Faserschicht kommen und zwischen die Epithelialzellen eintreten. Nur beim erwachsenen Menschen und bei dem Meerschweinchen hat die Basalmembran eine bedeutendere Dicke, ist trübe und wird von zahlreichen Kanälchen durchbohrt. / (FRANKENHÄUSER *79*.)

/ Die bei der Katze unmeßbar dünne Basalmembran ist beim Menschen verschieden dick. / (SCHNITZLER *93*.)

Deboves Endothel: / DEBOVE *74* konnte durch Silberimprägnation unter dem Epithel der Tracheobronchialschleimhaut ein Endothel nachweisen, dessen Zellen polygonal erscheinen. Nur in den kleinen Bronchien war dieses Endothel nicht nachweisbar.

FREY *76* berücksichtigt diese Beobachtung.

TOURNEUX und HERMANN *76* konnten ein subepitheliales Endothel in der Tracheobronchialschleimhaut nicht nachweisen, sondern nur ein Endothel, welches durch die ganze Dicke der Schleimhaut von dem Epithel getrennt ist und Lymphräumen angehört, die über den Knorpeln liegen. TOURNEUX und HERMANN behaupten also, daß ein subepitheliales Endothel gar nicht vorkommt und daß das Epithel, welches DEBOVE als subepitheliales beschrieb, den Lymphgefäßen angehört. FRANKENHÄUSER konnte die Endothelschicht, bestehend aus unregelmäßig polygonalen Zellen, beim Rind, Hund, Schwein, Pferd und Kaninchen durch Silberimprägnation nachweisen; er nimmt an, daß das Endothel sich gleich unter dem Schleimhautepithel befinde und da bei diesen Tieren die Basalmembran unmeßbar dünn ist, nimmt FRANKENHÄUSER nicht Anstand, das Endothel mit der Basalmembran zu identifizieren. Beim Menschen und bei der Katze gelang der Nachweis des Endothels nicht. / (FRANKENHÄUSER *79*.)

/ KÖLLIKER fand beim Menschen das Endothel nicht und glaubt, wenigstens was die kleinsten respiratorischen Bronchien und die Alveolengänge anlangt, auf seine negativen Ergebnisse Gewicht legen zu dürfen, da an denselben das Epithel sehr gut versilbert war und ein Endothel unter den dünnen, großen Zellenplatten zum Vorschein hätte kommen müssen, wenn es da wäre. In den größeren Bronchien hatte das Silber nicht durch die ganze Dicke des Epithels hindurch gewirkt. / (KÖLLIKER *81*.)

In DEBOVEs Endothel handelt es sich um unrichtige Deutung verschiedener Dinge, meist von Artefakten, DEBOVEs Endothel existiert als solches jedenfalls nicht. Vergl. auch unten (in Kapitel Trachea, Mensch, Epithel) was v. EBNER *99* darüber sagt.

Trachealknorpel.

CUVIER *10*, p. 154 ff. bringt eine Reihe von Notizen über das makroskopische Verhalten der Trachealknorpel bei den verschiedensten Säugetieren.

/ Die Säugetiere haben meist hinten offene Trachealringe, mehrere Nager aber, z. B. Biber, ferner die Chiroptera, die Seehunde usw. zeigen dieselben oder doch wenigstens die obern geschlossen, also vollständig. Daß die Knorpel bei Säugetieren hinten nicht mehr geschlossen erscheinen, steht im Zusammenhang damit, daß dies der Speiseröhre die Möglichkeit einer bedeuteren Ausdehnung gewährt (siehe bei BERTHOLD auch weitere physiologische Ausführungen über die Bedeutung und den Nutzen der Luftröhrenringe). / (BERTHOLD *27*.)

/ Vollständige Trachealringe kommen vor z. B. bei einigen Beuteltieren, namentlich Phalangista fuliginosa, beim Biber, beim Aguti, bei Galeopithecus nach Cuvier, bei der Gattung Lemur u. a.

Übereinander geschoben sind die Trachealknorpel z. B. bei Hyaena, ähnlich beim Schwein, zum Teil auch bei Phoca, wo aber die ersten Ringe vollständig sind. (REIMANN und WOLFF.)

Bei Balaena sind sämtliche Luftröhrenknorpel vorn weit geöffnet und die Luftröhre ist hier nur durch Membranen geschlossen (SANDIFORT). Bei Delphinus und Monodon ist diese Trennung nur auf den oder die ersten Trachealknorpel beschränkt. Selten kommen bei anderen Säugetieren Spaltungen an der Vorderfläche des ersten Trachealringes vor, so z. B. beim Pecari und Löwen (wenigstens in einzelnen Fällen). Bei den tauchenden Säugetieren kommen selbst in den kleinen Bronchialverzweigungen geschlossene Knorpelringe vor, besonders Cetaceen. / (STANNIUS *46*.)

Über die Zahl und Form der Knorpelringe der Trachea bei verschiedenen Wirbeltieren siehe auch die Angaben von H. MILNE-EDWARDS *57*, Bd. II, p. 280 ff. (besonders Anm. 2 auf S. 283).

/ Die Trachealknorpel der Säuger können sehr fetthaltig sein (Vespertilio pipistrellus z. B.). / (LEYDIG *57*.)

/ Bei Hund, Katze, Schaf etc. stellen die Knorpelringe der Trachea vollständigere Kreissegmente als beim Menschen dar. Sie sind sich im Ruhezustand fast bis zur Berührung genähert und legen sich bei Kontraktion der Muskelhaut der Trachea übereinander, so daß sie die Schleimhaut in Form einer longitudinalen, 3—4 Linien breiten Falte in die Lichtung der Trachea vortreiben. / (VERSON *71*.)

/ Die Luftröhre besitzt Knorpelringe, die hinten durch eine muskulöse Membran abgegrenzt werden (Mensch), oder aber die Knorpel berühren sich hinten (Rind) oder sind übereinandergebogen (Pferd). / (v. THANHOFFER *85*.)

/ Bei Rind, Pferd, Elefant und der Mehrzahl der Cetaceen umgeben die Knorpelringe die ganze Zirkumferenz der Trachea. / (SAPPEY *89*.)

/ Über Länge und Form der Trachea und der Bronchien und über die Zahl der Trachealringe, über die Bifurkation der Luftröhre, besonders über die Art der Beteiligung der Knorpel an der Bildung der Carina tracheae geben endlich eine eingehende Schilderung HELLER und H. v. SCHRÖTTER von zahlreichen Säugetieren aus den verschiedenen Säugetiergruppen und vom Menschen.

Carina tracheae: HELLER und H. v. SCHRÖTTER untersuchten die Carina tracheae beim Menschen und verschiedenen Säugetieren. Die Untersuchungen beim Menschen ergaben folgende Verhältnisse: Von 125 Luftröhren fand sich der Sporn knorpelig gebildet in 56 Proz., membranös in 33 Proz., teils knorpelig, teils membranös in 11 Proz. der untersuchten Präparate. Von den knorpeligen Sporen waren in 27 Proz. der Fälle die Trachealringe an der Sporenbildung beteiligt, in 21 Proz. die Bronchialringe, und zwar in der Art, daß 15 Proz. auf den rechten, 3 Proz. auf den linken und 3,5 Proz. auf den rechten und linken ersten Bronchialknorpel entfielen.

Was den Bau der Schleimhaut des Teilungsfirstes anlangt, so weicht derselbe im wesentlichen in den meisten Fällen in keiner Weise von der übrigen Trachealschleimhaut ab. Wir finden auch hier unter dem Epithel die Bowmansche Membran ausgebildet, wir finden, wenn auch spärlicher, Züge von elastischen Fasern und die Ausführgänge der Schleim-

drüsen. Eine Submucosa ist auch hier nicht vorhanden. Die folgende Gewebsschicht besteht bei Fehlen eines oder mehrerer Spornknorpel aus reichlich vorhandenen Schleimdrüsen von der bekannten Beschaffenheit (Schläuche mit protoplasmatischen Zellen und solche mit Schleimzellen), oft dicht von adenoidem Gewebe umgeben und zahlreichen, mehr oder minder zu Bündeln angeordneten glatten Muskelfasern. Besonders mächtig entwickelt, dadurch für die Carina charakteristisch, sind sie in jenen Fällen, wo dieselbe häutig ausgebildet ist. Der Kamm stellt dann gleichsam eine Duplikatur des Gewebes der Hinterwand dar, und es erklärt sich der Reichtum der Muskelfasern aus dem an der Teilungsstelle der Luftröhre gehäuften Vorkommen dieser Elemente, die ja oft auch mit der Wand des Oesophagus (Laimer) zusammenhängen. In solchen Fällen ist Bindegewebe nur im untersten Abschnitt des Spornes vorhanden. Die Muskelfasern umgeben in verschiedener Anordnung die Schleimdrüsen.

Ist der Sporn knorpelig gebildet, so ist die Schleimhaut überhaupt weniger stark entwickelt, und es herrschen im Aufbau der Carina bindegewebige Elemente vor, die mit dem Perichondrium der Knorpelspange in mannigfacher Weise verflochten sind; auch Fettgewebe ist dann mehr oder weniger reichlich vorhanden. Auch bei Säugetieren waltet in der Gestaltung des Teilungsfirstes kein bestimmter Typus ob, auch bei den Säugern sind membranöse und knorpelige Sporen ausgebildet. Bei acht daraufhin untersuchten Affen war in vier der untersuchten Fälle, also in der Hälfte derselben, der Sporn membranös gebildet. / (Heller und v. Schrötter *97.*)

Über die Carina tracheae der Katze (Felis domestica) vergl. auch Miller *04 b.*

Muskulatur der Trachea.

Schon den älteren Autoren war bekannt, daß die beiden freien Enden jedes Trachealknorpelringes durch glatte Muskelfaserzüge miteinander verbunden sind. Je nach der Anheftungsstelle des Trachealmuskels möchte ich denselben als außenständig, innenständig und endständig bezeichnen.

/ Nach Cuvier ist der Trachealmuskel beim Bären und Löwen außenständig, beim Lama, Ochsen und den übrigen Wiederkäuern dagegen innenständig. / (Cuvier *10*, Bd. IV, p. 159 f.)

/ Wie schon Meckel (Vergl. Anat. 6) beschreibt, reicht die horizontale Muskelschicht bei Katzen- und Hundetracheen (auch Schaf und Kaninchen, Verson *71*) weit über die Ringknorpelenden hinaus, an deren äußeren Flächen sie sich inseriert. Sie umgreift fast ein Drittel des ganzen Ringes und kann sich so mächtig kontrahieren, daß die offenen Ringenden sich weit übereinander legen und die Schleimhaut in die Lichtung der Trachea als eine longitudinale, 3—4 Linien breite Falte vorgetrieben wird, die sich auch in die Bronchien fortsetzt.

Die organischen Muskelfasern der Trachea sind histologisch eigentümlich, insofern sie ungewöhnlich kurz sind und einen sehr langen Kern besitzen. / (Verson *68*, vergl. auch Verson *71.*)

/ Die von Kramer zuerst beschriebenen longitudinalen Muskelbündel entspringen beim Menschen nicht, wie Kramer angibt, aus der Bindegewebshaut und endigen in derselben, sondern nehmen tief an den bindegewebigen Scheidewänden der Muskelschicht Ursprung und Ende, so daß sie von hinten einen oder mehrere Absätze derselben umklammern. Eben-

solche, aber noch stärkere longitudinale Muskelbündel finden sich auch an der Trachea von Katze und Hund./ (VERSON *68.*)

/ Es finden sich nach LUSCHKA:

1. Transversale Bündel glatter Muskulatur. Dieselben verbinden die hinten unterbrochenen Knorpelstreifen der Trachea bei Mensch und Tieren. Dieselben entspringen beim Menschen (siehe Fig. 258) mittelst feiner elastischer Sehnchen an der inneren Seite der Knorpelstreifen vom Perichondrium und vom fibrösen Gewebe, welches die Trachealringe in longitudinaler Richtung verbindet. Bei Fleischfressern (wie schon J. F. MECKEL erkannte) setzen sich (siehe Fig. 259) transversale Bündel weit an die äußere Seite der Knorpelringe fort, wodurch sie eine bedeutende Länge gewinnen und so fähig werden, durch ihre Kontraktion die Luftröhre stärker zu verengern. Das entgegengesetzte Verhalten findet bei denjenigen Tieren statt, deren Trachealringe mit ihren hinteren, saumartig verdünnten Enden dachziegelartig übereinander geschoben sind, so z. B. beim Pferde (siehe Fig. 260).

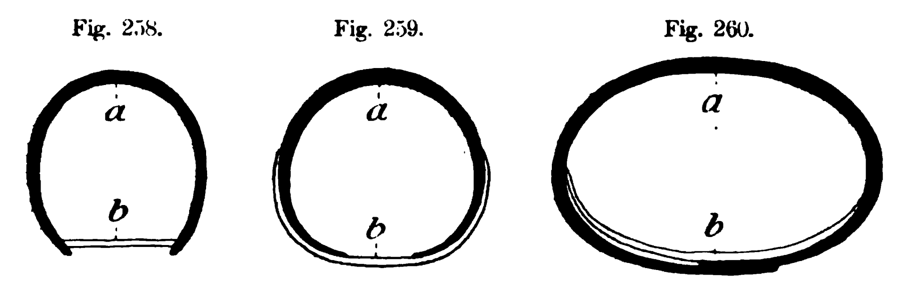


Fig. 258. **Luftröhre des Menschen.** Querschnitt. *a* Knorpelstreifen, *b* transversale Muskulatur. (Nach LUSCHKA *69b.*)

Fig. 259. **Luftröhre des Hundes.** Querdurchschnitt. *a* Knorpelstreifen, *b* transversale Muskulatur. (Nach LUSCHKA *69b.*)

Fig. 260. **Luftröhre des Pferdes.** Querdurchschnitt. *a* Knorpelstreifen, *b* transversale Muskulatur. (Nach LUSCHKA *69b.*)

2. Longitudinale Bündel glatter Muskulatur. J. F. MECKEL bemerkte solche bei Cetaceen. Dies kann LUSCHKA für Delphinus phocaena nicht bestätigen, ebensowenig die Angabe von FRIEDR. LEYH (Handbuch der Anatomie der Haustiere, 2. Aufl., Stuttgart 1859, S. 440), daß sich an der vorderen Wand der Luftröhre unserer Haussäugetiere longitudinal verlaufende Bündel glatter Muskulatur finden. (Verwechslung mit elastischen Fasern.)

Mikroskopisch nachgewiesen sind dagegen die neuesten Angaben von E. VERSON *68*, welcher longitudinale Muskelbündel jedoch nur an der hinteren weichen Wand der Trachea des Hundes und der Katze (siehe oben p. 544 f.) nachgewiesen hat. Beim Menschen wurden Längsbündel glatter Muskulatur der Trachea zuerst von CRAMER *47* beobachtet. Dessen Angaben wurden von F. C. DONDERS *56*, Bd. I, p. 346 bestätigt. Gegen DONDERS nnd mit CRAMER findet KÖLLIKER (Mikrosk. Anat. Bd. II, p. 305), daß sich die Längsmuskeln nicht konstant finden, und v. LUSCHKA bestätigt letzteres. Längsbündel und transversale Bündel stehen in keiner unmittelbaren Berührung, sondern sind durch eine fibröse Lamelle vollständig geschieden, besonders konnte v. LUSCHKA niemals die von VERSON geschilderte Weise ihrer Anordnung konstatieren. Die fibröse Lamelle hängt in der ganzen Länge der Trachea mit den Enden

der Knorpelstreifen innig zusammen. Hauptsächlich aber geht ihr Gewebe von der Mitte des unteren Randes der Platte des Ringknorpels aus in Gestalt eines bandartigen, nach unten ausstrahlenden Streifens, welcher als „Ligamentum crico-tracheale posticum“ bezeichnet werden kann. Die Längsmuskelbündel zeigen, wenn sie vorhanden sind, ungemein wechselnde Grade der Ausbildung und erzeugen nie eine zusammenhängende Schicht.

3. In verhältnismäßig nur seltenen Ausnahmefällen steht im Dienste der Luftröhre eine eigene quergestreifte Muskulatur, welche stets bloß zum vorderen Umfange ihres oberen Endes herabsteigt (von W. GRUBER eingehend berücksichtigt im Arch. f. Anat., Jahrg. 1868, p. 642). Musc. thyreo-trachealis und M. hyo-trachealis. v. LUSCHKA konstatiert ein neues Beispiel von Musc. thyreo-trachealis. / (v. LUSCHKA *69 b.*)

/ Sowohl die absolute, als relative Stärke und Länge der Muskelschicht des membranösen Teils ist sehr verschieden bei den verschiedenen Tieren. Setzen sich die Muskelbündel etwas entfernt von den Enden der Knorpel an, so werden die Knorpelenden bei starker Kontraktion geknickt oder schieben sich übereinander (z. B. beim Verbluten der Tiere) und zwar werden sie nach innen umgebogen, wenn die Muskel sich an der Außenseite und nach außen, wenn sie sich an der inneren Seite der Knorpel ansetzen. Bei allen untersuchten Tieren liegen die Bündel der glatten Muskelfasern, der Längsausdehnung der Trachea nach, dicht nebeneinander, so daß nur wenig Bindegewebe sich zwischen die Muskelbündel hineinschiebt. Beim Menschen dagegen sind die bindegewebigen Septa zwischen den Muskelbündeln bedeutend stärker und man findet daher auf Längsschnitten keine kontinuierliche Schicht von Muskelquerdurchschnitten, sondern deutlich voneinander getrennte Bündel. Beim Menschen und bei einigen Säugetieren liegen nach außen von den querverlaufenden Muskelbündeln schwache Bündel von längsverlaufenden, glatten Muskelfasern.

Insertion der Muskelbündel an der äußeren Seite der Trachea hat FRANKENHÄUSER bei folgenden Tieren beobachtet: Katze, Hund, Wiesel, Eichhörnchen, fliegendes Eichhörnchen, Ratte, Dachs, Hase, Kaninchen und Maus.

VERSON gibt an, daß die transversalen Muskelbündel des membranösen Teils der Trachea bisweilen in die Schleimhaut übergehen, außerdem spricht auch TURNER *77* von einer Muscularis mucosae, die er jedoch nicht näher beschreibt. Von den übrigen Autoren wird das Vorkommen von Muskelfasern in der Schleimhaut gar nicht erwähnt. FRANKENHÄUSER hält TURNERS Ausdruck Muscularis mucosae nicht für sehr bezeichnend, da das Vorkommen der Muskelfasern kein konstantes ist und da die Muskelfasern meist nur einen Teil des Umfanges der Trachea umgreifen. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

STIRLING *83 b* untersuchte den Trachealmuskel bei Mensch, Katze, Hund, Kaninchen, Ratte, Schwein und Schaf; seine Resultate siehe unten bei Besprechung der Trachea dieser Tiere.

/ Die Muskelhaut liegt bei Pferd, Rind, Schaf und Schwein einwärts von den Knorpelringen, bei Hund und Katze dagegen an deren Außenfläche. Drüsengänge durchbohren diesen Musculus transversus tracheae nicht selten, besonders bei Rind und Schwein, zuweilen ziehen sich die nach auswärts von der Muskulatur liegenden kleinen Drüsenhäufchen auch noch zwischen den Muskelbündeln hindurch. Gegen seine beiderseitigen Enden verjüngt sich der Muskel, um sich schließlich mit dem Perichon-

drium in Verbindung zu setzen, indem das intermuskuläre Gewebe sich in dieses direkt fortsetzt. / (SUSSDORF in ELLENBERGER *84.*)

/ Die Muskelhaut der Trachea liegt bei Pferd, Rind, Schaf und Schwein bandartig einwärts von den Ringen dorsal auf der Schleimhaut, während sie bei Hund und Katze außerhalb der Ringe in der Faserhaut vorkommt. / (ELLENBERGER und GÜNTHER *01.*)

/ GUIEYSSE hat untersucht: Mensch (Kind), Katze, Hund, Ratte, Kaninchen, Meerschweinchen, Igel und verschiedene Affen (die speziellen Resultate siehe unten bei Besprechung dieser Tiere).

Der Trachealmuskel zeigt nicht nur bei einander fernstehenden Säugetieren, wie Katze und Kaninchen, sondern auch bei nahestehenden, wie Kaninchen und Meerschweinchen geradezu entgegengesetztes Verhalten. In der Lunge hingegen sind die Muskeln bei diesen Tieren in derselben Form angeordnet. Die Unterschiede der Trachealmuskeln beziehen sich auf die Insertion der Fasern (innen oder außen am Knorpel oder selten auf dessen Spitze). Auch gibt es große Unterschiede hinsichtlich der Dimensionen des Muskels in Beziehung zum Kaliber der Trachea.

Einen Grund für die bei verschiedenen Tieren so verschiedene Anordnung des Muskels kann GUIEYSSE nicht finden.

Es wird oft angegeben, daß dem Trachealmuskel kleine elastische Sehnen zur Insertion dienen, GUIEYSSE findet, daß dies nicht der Fall ist, bei den kleinen Tieren (Katze, Ratte, Kaninchen, Meerschweinchen) reicht die Muskelfaser bis zum Perichondrium und setzt sich dort ohne Zwischenlagerung einer elastischen Faser an; bei diesen Tieren ist das Perichondrium sehr dünn und liegt dem Knorpel intim an; bei den größeren Tieren ist das Perichondrium lockerer und deutlich elastisch, man sieht bisweilen die elastische Faser, auf welcher sich die Muskelzelle befestigt, sich ausstrecken und eine kleine elastische, von einem einzigen Element gebildete Sehne nachahmen, aber bei genauer Betrachtung sieht man, daß die Muskelinsertion an dieser Faser an einem Punkte ihrer Länge und nicht an ihrem freien Ende stattfindet. / (GUIEYSSE *98.*)

Blutgefäße der Trachea.

/ Die Gefäße, welche die Trachealschleimhaut versorgen, treten durch die Muskulatur des membranösen Teils, verzweigen sich und bilden an der Grenze zwischen Mucosa und Submucosa, oder wo letztere fehlt, an der Grenze zwischen Mucosa und äußerer Faserschicht, ein Geflecht von größeren Gefäßen, die meist quer laufen. Dieses Gefäßnetz gibt zwei Kapillarsysteme ab, von denen das eine die Schleimhaut versorgt und dicht unter dem Epithel ein Netz mit polygonalen Maschen bildet, wogegen das andere in die Tiefe geht und die Drüsenschläuche umspinnt. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

/ Die Gefäße der Trachealschleimhaut bilden bei den Haussäugetieren ein grobes, submuköses Geflecht, welches schräg und senkrecht aufsteigende Äste entsendet, die mit einem in Drüsenhöhe gelegenen Plexus die Drüsen umspinnen und mit einem feinen, polygonalen Maschenwerk sich unter dem Epithel verzweigen. / (SUSSDORF in ELLENBERGER *84.*)

Lymphgefäße der Trachea.

/ Die Lymphkapillaren der Luftröhre zeigen in betreff des Verlaufs und der Form beim Menschen und bei verschiedenen Tieren (Fuchs,

Katze, Kalb) wesentliche Differenzen, welche hauptsächlich von der Dicke der Schleimhaut herrühren.

In den menschlichen Luftröhren bestehen die Netze aus zwei übereinanderliegenden Schichten, einer äußeren, dem Epithel näher gelegenen und einer darunter befindlichen inneren Schicht. Die der äußeren Schicht sind viel feiner als die der inneren Schicht. TEICHMANN beschreibt deren Verlauf eingehend. Außen an den Gefäßen der inneren Schicht und zwischen ihnen entstehen die mit Klappen versehenen Stämme. Dieselben liegen meistens zwischen den Knorpelringen und verlaufen von hier nach rechts und links, bis sie den membranösen Teil der Luftröhre erreicht haben. Einige indeß erreichen diesen Teil gar nicht, sondern verlassen schon früher die Luftröhre. Von hier aus nehmen die Gefäße verschiedene Wege, je nach der Lage der Lymphdrüsen, in welche sie einmünden.

Die Lymphgefäßkapillaren der Luftröhre des Fuchses und der Katze bilden nur eine einzige Schicht. Außerdem bestehen sie überall aus Erweiterungen (Saugaderzellen), die durch mehr oder weniger dünne Äste miteinander verbunden sind.

In der Luftröhre des Kalbes sind die zahlreichen Lymphgefäße bei weitem regelmäßiger als beim Menschen, Fuchs und Katze, und da die oberflächlichen und tief liegenden in der Längsrichtung der Luftröhre gedrängt verlaufen, so ist hier eine Trennung in zwei Schichten nicht gut möglich. Nirgends stehen die Lymphgefäßkapillaren der Luftröhre im Zusammenhang mit ihren Schleimdrüsen. Da, wo die Ausführgänge der Drüsen die Schleimhaut durchbohren, weichen die Netze auseinander. Einzelne Kapillaren des inneren Netzes, sowie die mit Klappen versehenen Stämme verlaufen zwischen den Schleimdrüsen, jedoch ohne besondere Anordnung./ (TEICHMANN *61*).

/ KLEIN (*75*) beschreibt die Lymphgefäße der Tracheobronchialschleimhaut, er findet eigentümliche Gebilde, die er als Lymphgefäßanfänge betrachtet. Dies sind zwischen den Zylinderepithelien liegende Zellen, die diesen ähnlich sind, jedoch schmäler erscheinen, sich dunkler durch Karmin färben und einen kleinen Kern enthalten. Diese Zellen nennt KLEIN pseudostomatische Zellen und beschreibt an denselben zwei Fortsätze, von welchen der eine bis an die Oberfläche des Epithels reicht, der andere in das Gewebe der Schleimhaut hineingeht und hier teils mit sternförmigen Zellen, teils mit den Endothelien der Lymphgefäße in Verbindung tritt./ (FRANKENHÄUSER *79*.)

Vielleicht haben kollabierte Becherzellen zu dieser irrtümlichen Deutung Anlaß gegeben.

Lymphgewebe der Trachea.

/ VERSON *68* fand, daß die Trachealschleimhaut stellenweise sparsame, stellenweise reichlich hervortretende, den Lymph- und farblosen Blutkörperchen ähnliche Zellen enthalte. In STRICKERS Handbuch berührt VERSON diese seine frühere Angabe mit keinem Wort. v. DOLKOWSKI bestätigt nun die Angabe VERSONS für Katze, Hund, Kalb, Ochse, Schwein und Mensch. Nur insofern stimmt v. DOLKOWSKI VERSON nicht bei, als er die erwähnten Zellen um die Gefäße herum einen Hof bilden sieht und aus diesem Grunde zu dem Schlusse gelangt, dieselben seien aus den Gefäßen ausgetretene Wanderzellen.

Die Trachealschleimhaut der Katze ist so reichlich, vollkommen und überall mit Zellen gefüllt, daß, wäre es nicht die Basalmembran, welche sie von der Epitheliallage trennt, man die Schleimhaut selbst für eine

tiefere Schicht der letzteren halten könnte, um so mehr, als sie verhältnismäßig dünn, die Epitheliallage aber ungewöhnlich breit erscheint.

In den Bronchien werden, je weiter nach der Peripherie der Lungen, desto spärlicher die Schleimhautzellen. Letztere fehlen endlich vollkommen da, wo die Schleimhaut sich in dem Grade verdünnt, daß endlich die Epitheliallage allein zum Vorschein kommt, um in das Pflasterepithel der Lungenacini überzugehen.

Über die Zellen selbst sagt v. DOLKOWSKI: sie haben einen verhältnismäßig großen Kern, welcher „mit einer zu dünnen Schicht Protoplasmas umgeben ist". Dieses letztere erscheint vollkommen hell und nur bei einigen pathologischen Vorgängen punktiert. Die Größe der Zellen überschreitet nicht die Größe der farblosen und gefärbten Blutkörperchen, wird aber auch nicht kleiner als diese letzteren Gebilde.

Die Annahme VERSONS, daß diese Zellen aus den Gefäßen stammen, entstand unter dem Eindruck der COHNHEIMschen Entdeckung (die damals die ganze medizinische Welt beherrschte). v. DOLKOWSKI teilt diese Annahme nicht und will die Beantwortung der Frage, woher diese Zellen in der Trachealschleimhaut stammen, der Entwicklungsgeschichte überlassen. v. DOLKOWSKI war damals der Ansicht, daß diese Körperchen im Geiste der damaligen Zeit vor allem zur Erneuerung des Epithels bestimmt sind. Immerhin erkennt v. DOLKOWSKI, daß die Leukocyten ins Epithel einwandern, während andere Leukocyten in die Submucosa wandern. / (v. DOLKOWSKI *75.*)

/ TURNER *77* beschreibt wie DOLKOWSKI das Vorkommen der lymphoiden Zellen in den obern Schichten der Mucosa, findet aber außerdem noch lymphoides Gewebe zwischen den Drüsenläppchen und dann noch in den Bronchien, gleich unter der Muscularis.

FRANKENHÄUSER fand gegen VERSON keine besondern Beziehungen der Zellen zu den Gefäßen. In bezug auf die Schleimhaut der Katze stimmt FRANKENHÄUSER nicht mit DOLKOWSKI überein, der dieselbe aus adenoidem Gewebe bestehend beschreibt; FRANKENHÄUSER findet die Masse der Zellen hiefür zu gering im Verhältnis zu dem bindegewebigen Gerüst. Nur bei der Ratte, beim Rinde und bisweilen beim Menschen fand er adenoides Gewebe, und zwar bei den Tieren in Form knotenförmiger Anhäufungen, bei Menschen mehr diffus die Ausführgänge umgebend. FRANKENHÄUSER beobachtete ferner lymphoide Zellen im Epithel selbst (Körnchenkugeln), neigt aber der Annahme zu, daß der Übertritt der lymphoiden Zellen in das Epithel nur unter pathologischen Verhältnissen vorkommt. Gegen DOLKOWSKIS und VERSONS Ansicht, daß die lymphoiden Zellen als Ersatzzellen für das Epithel dienen sollen, nimmt FRANKENHÄUSER Stellung.

Außer den lymphoiden Zellen findet man noch in dem die Drüsen umgebenden Bindegewebe Zellen, die den Waldeyerschen Plasmazellen ähnlich sehen, teils einzeln, teils in Reihen geordnet.

Abweichend von allen übrigen untersuchten Objekten, finden sich beim Rinde und bei der Ratte knotenartige Anhäufungen von lymphoiden Elementen in der Trachealschleimhaut und besonders bei den ersteren sehr reichlich. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

Nerven der Trachea.

/ Zwischen den Drüsen fanden sich in der Trachea Zellen, welche Ähnlichkeit mit Nervenzellen zeigten, besonders beim Kaninchen im Bindegewebe hinter dem Knorpel. / (REITZ *67.*)

/ Die Nerven der Trachea der Säugetiere treten meist mit den Gefäßen durch die Muskulatur des membranösen Teils, teilen sich in der Submucosa und verästeln sich teils in der Schleimhaut, teils in der Submucosa, zwischen den Drüsen. Sehr häufig findet man in den Nerven Nervenknoten, jedoch meist vor dem Durchtritt durch die Muskulatur des membranösen Teils und nur sehr selten in dieser oder nach innen von derselben. / (FRANKENHÄUSER *79*).

/ KANDARAZKI beschreibt Ganglien bei Hund, Katze, Schaf, Kaninchen, Mensch auf der Trachea in bedeutender Anzahl. / (KANDARAZKI *81*.)

/ Bei Säugetieren liegen zahlreiche mikroskopische Ganglien im Bindegewebe hinter der Muskelschicht der hinteren Wand der Luftröhre wie beim Menschen. Sie kommen bei Hund und Katze (VERSON *68*) auch in den Knorpelinterstitien nach außen von deren glatten Muskelfasern vor; bekannt (FRANKENHÄUSER *79*, siehe oben) sind sie in betreff der hinteren Trachealwand von der Fledermaus, Ratte und dem Eichhörnchen. Beim Hunde (siehe dort) zählte KANDARAZKI bis 30 und mehr Ganglien, einige hatten 2 mm Länge. / C. F. TH. KRAUSE *81*).

/ BENEDICENTI untersuchte die Nervenendigungen in der Mucosa der Trachea mit Vergoldung und Methylenblau bei Kaninchen, Ratte, Hund und Lamm und kam zu folgenden Resultaten:

1. Die Nervenfasern der Trachealmucosa verlaufen, nachdem sie die Markscheide verloren haben, in der Mucosa und bilden drei Netze, ein tiefes, ein mittleres und ein oberflächliches.

2. Die Maschen des tiefen und des mittleren Netzes umgeben oft die Mündung der Schleimdrüsen. Ihre Fasern folgen dem Verlaufe der Gefäße und bilden um dieselben ein perivaskuläres Nervennetz, welches an das von STIRLING in der Lunge des Frosches abgebildete erinnert.

3. Das oberflächliche Netz besteht aus Achsenzylindern, welche wenig zentralisierte Neurokokken darstellen. Charakteristisch für diese Nervenfasern ist, daß sie in ihrem Verlauf beinahe eine Spirale bilden, in deren Zentrum sich die Öffnung der Schleimdrüse findet.

4. In direkter Verbindung mit den Nervenfasern des oberflächlichen Netzes und gerade an ihrem Ende finden sich einige viel größere, helle Elemente, welche mit einem sehr deutlichen und sehr oberflächlichen Kerne versehen sind. Dieselben sind sehr wahrscheinlich nervöser Natur, doch ist es nicht sicher, ob sie mit den Körperchen LUSCHKAS identisch sind, welche ISMAILOFF in der Schleimhaut des Larynx und der Bronchien beschrieben hat.

5. Die Nervenendigungen in den glatten Muskelfasern der Trachea, welche sich durch Vergoldung darstellen lassen, sind ähnlich den Nervenendigungen, welche in den glatten Muskelfasern anderer Organe und anderer Tiere beschrieben wurden. Hier handelt es sich um eine Nervenfaser, welche, nachdem sie die Muskelfaser erreicht hat, sich in zwei Zweige teilt, von denen der eine auf-, der andere absteigt und sich dann in eine sehr charakteristische baumförmige Verzweigung auflöst.

Diese baumförmigen Nervenverzweigungen der glatten Muskelfasern und die spiraligen Arborisationen der Schleimhautoberfläche bilden den einzigen (motorischen und sensitiven) Nervenendapparat der Trachealschleimhaut. / (BENEDICENTI *92*.)

Monotremata.

/ Bei Echidna sind die Knorpelringe, wie gewöhnlich an der Dorsalseite, unvollständig, bei Ornithorhynchus sind sie vollständig oder fast

vollständig, dicht gestellt, einander vorn und hinten bedeckend. / (LECHE in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, 5, 1.)

/ Beim Schnabeltier beläuft sich die Zahl der Knorpel der Trachea auf fünfzehn. / (MECKEL *23.*)

Echidna aculeata var. typ.: / Die Trachea von Echidna trägt flimmerndes Zylinderepithel mit eingestreuten Becherzellen. Häufig sieht man über der Reihe der Kerne der Basalzellen nur eine einzige Kernreihe der Zylinderzellen. Die subepitheliale Schicht elastischer Fasern besteht überwiegend aus längsverlaufenden Fasern. Die Drüsenausführgänge zeigen unterhalb der elastischen Faserschicht leichte ampullenartige Erweiterungen. Der Trachealmuskel ist beiderseits innenständig, wie dies Fig. 261 zeigt. / (OPPEL *05.*)

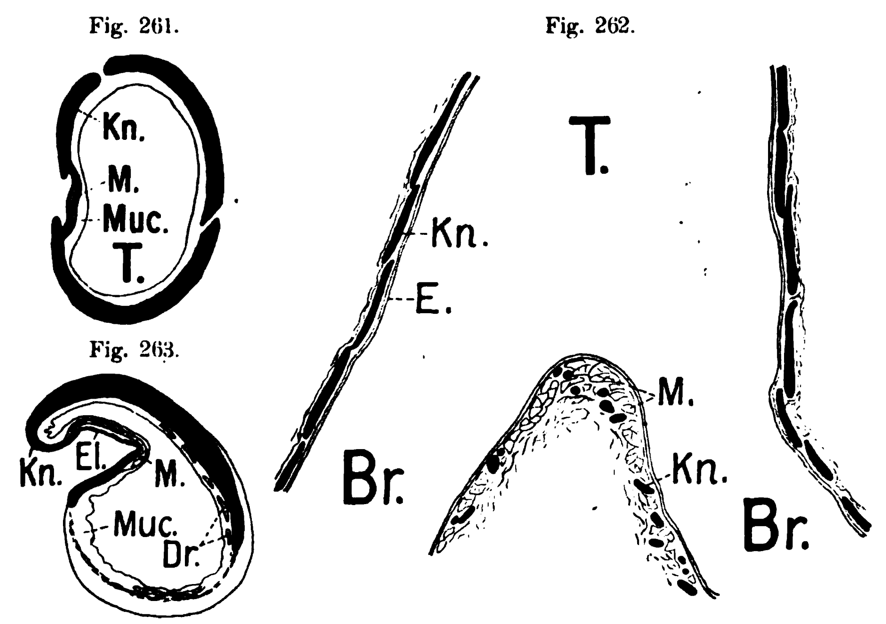


Fig. 261. **Trachea von Echidna aculeata var. typ.** Querschnitt. *Kn* Knorpel, *Muc* Mucosa, *T* Tracheallumen, *M* Trachealmuskel. Vergrößerung 11fach, reduziert auf $^3/_4$.

Fig. 262. **Bifurkation der Trachea von Echidna aculeata var. typ.** Längsschnitt. *T* Trachea, *Br Br* die beiden Hauptbronchien, *Kn* Knorpel, *E* Epithel, *M* Muskulatur. Vergr. 11fach, reduziert auf $^3/_4$.

Fig. 263. **Trachea von Aepyprymnus rufescens.** Querschnitt. *Kn* Knorpel, *Muc* Mucosa, *Dr* Drüsen, *M* Trachealmuskel, *El* die Knorpelenden verbindendes elastisches Gewebe. Vergr. 11fach, reduziert auf $^3/_4$.

Wenn auch vereinzelte Trachealdrüsen bei Echidna bis in die unmittelbare Nähe der Bifurkation reichen, so sind diese Drüsen doch sehr spärlich.

Fig. 262 stellt einen Frontalschnitt durch die Bifurkationsstelle der Trachea dar. Während sich an den beiden Außenseiten des Schnittes die Knorpelplatten *Kn* kräftig entwickelt aneinanderlegen, ist diese Anordnung an der dem Teilungsfirst entsprechenden Stelle gestört. Hier sind nur kleine Schnittstücke zersprengter Knorpel zu sehen, während sich die glatte Muskulatur *M* stark entwickelt zeigt. Diese Figur soll mit den weiteren von mir (bei Dasyurus hallucatus und Manis javanica)

gegebenen und besonders mit den HÄCKERschen Figuren (siehe oben p. 318 und 319) von Vogel und Reptil verglichen werden. Jedenfalls wird ein solcher Vergleich ergeben, daß die Verhältnisse bei den niedersten Vertretern der Säugetiere zwar eher an die beim Reptil als beim Vogel anknüpfen, daß jedoch ein unmittelbarer Anschluß auch an die Verhältnisse bei Reptilien nicht gegeben ist. Vielmehr erscheinen auch hierin die niederen Säugetiere in eigenartiger Weise entwickelt.

Ornithorhynchus anatinus. / In der von mir untersuchten Trachea von Ornithorhynchus war das Epithel nicht erhalten, die subepitheliale elastische Faserschicht dagegen gut entwickelt. Zu Anfang der Bronchien fand ich ein niedriges zylindrisches (fast kubisches) Epithel mit eingestreuten Basalzellen und Becherzellen; an manchen Stellen ließen sich Reste des Ciliensaumes erkennen. Die Knorpel der Trachea zeigten eine verknöcherte Hülse, während im Innern der Spangen Knorpelgewebe erhalten war. Der Trachealmuskel ist zum Teil innenständig (wenig ausgesprochen), zum Teil endständig. / (OPPEL *05*.)

Marsupialia.

/ Bei einigen Marsupialia (Phalangista, Halmaturus) sind die Knorpelringe vollständig. / (LECHE in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, 5, 1.)

Aepyprymnus rufescens: / Die wenig gut erhaltene Trachea von Aepyprymnus rufescens, welche ich untersuchen konnte, zeigte Reste von flimmerndem Zylinderepithel und eine starke subepitheliale Schicht elastischer Fasern. Die ziemlich reichlich vorhandenen Drüsen zeigten langgestreckten Verlauf und häufig in dem unter der subepithelialen Faserschicht gelegenen Abschnitt ihrer Ausführgänge mehr langgestreckte als ampullenartige Erweiterungen. Der kräftig entwickelte Trachealmuskel ist beiderseits innenständig (siehe Fig. 263 *M*), während die Spitzen der einzelnen Trachealknorpel durch ein an elastischen Faserzügen reiches Band (*El*) verbunden werden, welches im oberen Abschnitt der Trachea mehr kompakt, in ihrem unteren Abschnitt mehr aufgelockert ist.

Trichosurus vulpecula (Phalangista): Bei Phalangista findet sich unter dem zylindrischen Trachealepithel eine starke subepitheliale, elastische Faserschicht, welche mit den tiefer gelegenen, namentlich zwischen den Knorpeln stark entwickelten, elastischen Faserzügen in vielfacher Verbindung steht. Während bei dem untersuchten jungen Tiere die Trachealknorpel wenigstens im oberen Teile der Trachea fast zum Ringe schließen, so daß für Zwischengewebe wenig Raum bleibt, ließ sich pulmonalwärts ein innenständiger Trachealmuskel konstatieren. Drüsen waren bei dem jungen Tiere in der Trachea zwar sehr spärlich und noch wenig entwickelt, aber doch vorhanden.

Phascolarctus cinereus: Bei Phascolarctus cinereus liegt unter dem Trachealepithel eine gut entwickelte subepitheliale elastische Faserschicht. Drüsen sind zwar etwas weniger zahlreich als im Kehlkopf, aber doch reichlich vorhanden. Der Trachealmuskel ist innenständig und übergreift die Knorpelenden weit (siehe Fig. 264 *M*.)

Dasyurus hallucatus: Beim erwachsenen Dasyurus hallucatus besitzt die Trachea ein flimmerndes Zylinderepithel mit eingestreuten Becherzellen. Unter demselben folgt eine subepitheliale elastische Faserschicht. Die dieselbe durchbohrenden Drüsen sind reichlich; fast in jedem Schnitt finden sich in der Zirkumferenz der Trachea mehrere, oft zu kleinen Gruppen gehäufte Drüsen. Der Trachealmuskel ist innenständig, und

zwar sind die muskelfreien Enden der Knorpelspangen beträchtlich lang (siehe Fig. 265 *M*).

In der Trachea ist beim Beutelfötus von Dasyurus die subepitheliale elastische Schicht schon stark entwickelt: auch die Innenständigkeit des Trachealmuskels ist bereits deutlich. / (OPPEL *05*.)

In dem in Fig. 266 dargestellten Frontalschnitt durch die Bifurkationsstelle der Trachea vom erwachsenen Dasyurus hallucatus zeigt sich die Anordnung der Knorpel an der dem Teilungsfirst entsprechenden Stelle darin von Echidna wesentlich verschieden, daß hier bei Dasyurus wesentlich stärkere Knorpelplatten vorliegen. Immerhin ist auch bei Dasyurus das glatte Muskelgewebe an dieser Stelle stark entwickelt. Der Schnitt bringt auch die Reichhaltigkeit an Drüsen *Dr* in Trachea und Bronchus zum Ausdruck.

Fig. 264. Fig. 265. Fig. 266.

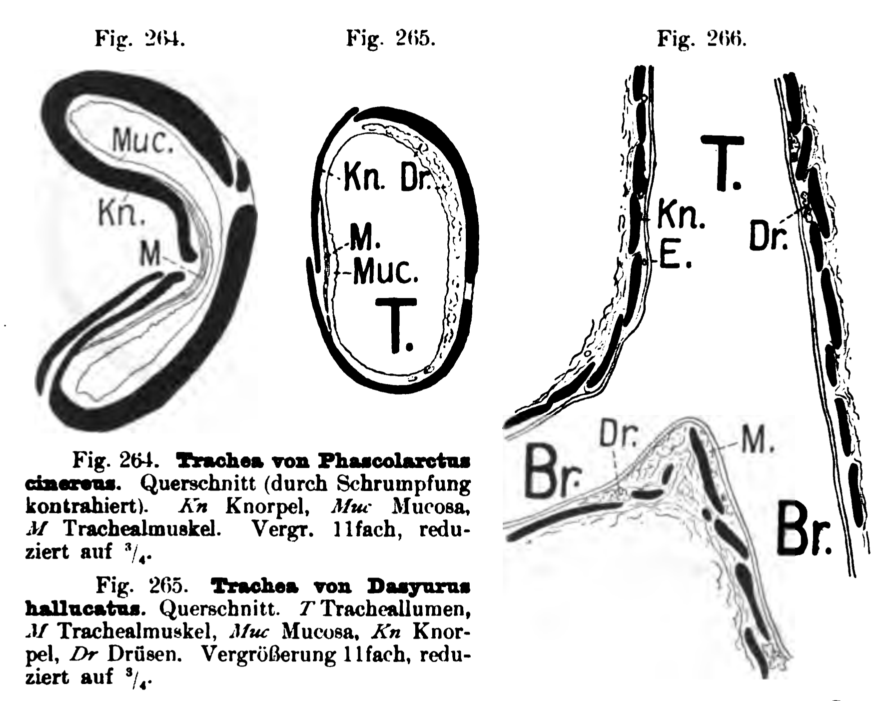


Fig. 264. **Trachea von Phascolarctus cinereus.** Querschnitt (durch Schrumpfung kontrahiert). *Kn* Knorpel, *Muc* Mucosa, *M* Trachealmuskel. Vergr. 11fach, reduziert auf $^3/_4$.

Fig. 265. **Trachea von Dasyurus hallucatus.** Querschnitt. *T* Tracheallumen, *M* Trachealmuskel, *Muc* Mucosa, *Kn* Knorpel, *Dr* Drüsen. Vergrößerung 11fach, reduziert auf $^3/_4$.

Fig. 266. **Bifurkation der Trachea von Dasyurus hallucatus.** Längsschnitt. *T* Trachea, *Br Br* die beiden Hauptbronchien, *Kn* Knorpel, *E* Epithel, *Dr* Drüsen, *M* Muskulatur. Vergr. 11fach, reduziert auf $^3/_4$.

Edentata.

/ Die Knorpelbögen der Luftröhre sind bei den Edentaten niemals ganz geschlossen. RAPP beschreibt die Trachea der Edentaten makroskopisch. / (RAPP *43*.)

/ Die Luftröhre ist gewunden bei den dreizehigen Faultieren. / (STANNIUS *46*.)

Manis javanica: / Bei Manis javanica ist das Trachealepithel ein hohes Zylinderepithel mit mehrzeiligen Kernen und gut entwickeltem Ciliensaum. Trachealdrüsen sind häufig. Auch setzen sich die Lymphgewebsanhäufungen in Form zirkumskripter Herde vom Kehlkopf her in die Trachea fort. Drüsen und Noduli liegen unter der stark entwickelten

elastischen Faserschicht. Der Trachealmuskel ist entschieden außenständig, ohne jedoch über die freien Knorpelenden sehr weit überzugreifen. Die Trachealknorpel tragen auf ihrer Oberfläche einen dünnen Knochenbelag. / (OPPEL *05*.)

Ich gebe in Fig. 267 einen Querschnitt durch die Trachea und in Fig. 268 einen Frontalschnitt durch die Bifurkationsstelle der Trachea von Manis javanica wieder. Die beiden Schnitte illustrieren das Verhalten der Knorpel *Kn* zu den Weichteilen. Drüsen und Noduli sind eingezeichnet. In dem in Fig. 267 dargestellten Falle konnte an dem unteren Knorpelende auch das seltenere Verhalten des Trachealmuskels zur Darstellung gebracht werden, indem derselbe hier, obwohl vorwiegend außenständig, doch auch einen Teil seiner Fasern zur Innenseite des Knorpels entsendet.

Fig. 268. Fig. 267.

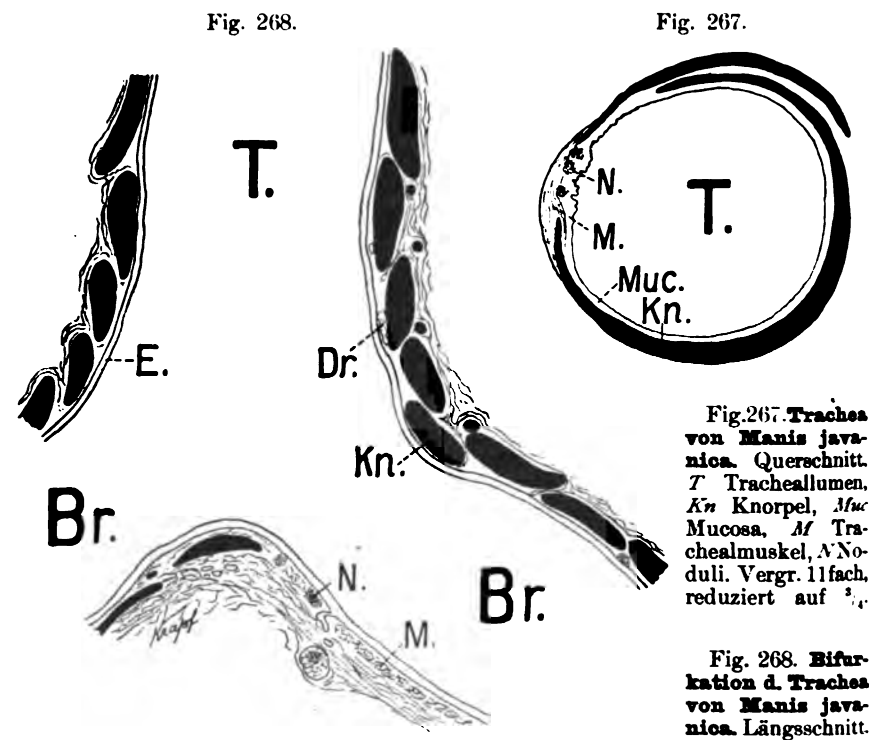


Fig. 267. **Trachea von Manis javanica.** Querschnitt. *T* Tracheallumen, *Kn* Knorpel, *Muc* Mucosa, *M* Trachealmuskel, *N* Noduli. Vergr. 11fach, reduziert auf $^3/_4$.

Fig. 268. **Bifurkation d. Trachea von Manis javanica.** Längsschnitt. *T* Trachea, *Br Br* die beiden Hauptbronchien, *Kn* Knorpel, *E* Epithel, *Dr* Drüsen, *M* Muskulatur, *N* Noduli. Vergrößerung 11fach, reduziert auf $^3/_4$.

Cetacea.

/ Die Luftröhre ist bei Cetaceen sehr kurz. / (STANNIUS *46*.)

/ An der Luftröhre der Cetaceen finden sich nicht einzelne Ringe oder Bögen, sondern ein Knorpelstreifen läuft spiralförmig um die Luftröhre herum; am regelmäßigsten zeigt sich diese Bildung bei den pflanzenfressenden Cetaceen. Bei Balaena rostrata und Balaena mysticetus sind die Knorpel der Luftröhre vorn nicht geschlossen. / (RAPP *37*.)

/ Die Luftröhrenringe sind beim Braunfisch knorpelig, quere Muskeln fehlen, dagegen sind muskulöse Längsstreifen vorhanden. / (MECKEL *33*.)

Perissodactyla.

Pferd, Equus caballus: /Die innere Faserschicht läßt drei Schichten unterscheiden. Die innere besteht aus einem bindegewebigen Netzwerk mit zahlreichen eingelagerten, lymphoiden Zellen und spärlichen längsverlaufenden, elastischen Fasern. Die zweite hat ein bindegewebiges Gerüst, besteht aber hauptsächlich aus derben, längsverlaufenden elastischen Fasern. Die dritte Schicht besteht vorherrschend aus derben, querverlaufenden Bindegewebsfaserbündeln.

Das Epithel ist geschichtetes Flimmerepithel (0,075 mm hoch), mit Gruppen von Becherzellen.

Die Drüsen sind in der Trachea des Pferdes ziemlich gleichmäßig verteilt. Die Drüsen liegen in der äußeren und mittleren Schicht der Schleimhaut und ragen nur selten in die Submucosa der Trachealwand hinein; auch im membranösen Teil der Trachea liegen die Drüsen immer nach innen von der Muskulatur. Der senkrecht die Schleimhaut durchsetzende Ausführungsgang mündet meist trichterförmig. Das Flimmerepithel geht eine Strecke weit in den Gang hinein und geht dann in niedriges prismatisches Epithel über. Die Basalmembran der Drüsenschläuche ist sehr zart und enthält recht zahlreiche Kerne. Ausgekleidet werden die Drüsenschläuche von kleinen polyedrischen Epithelzellen, die ein feinkörniges, durch Karmin sich färbendes Protoplasma und einen ziemlich großen rundlichen, mit deutlichen Kernkörperchen versehenen Kern haben. In einzelnen Endschläuchen findet man, obgleich selten, größere homogen erscheinende Zellen, deren Protoplasma sich durch Karmin gar nicht färbt und deren Kern klein und wandständig ist. Die Drüsenschläuche werden von lockerem Bindegewebe mit zahlreichen lymphoiden Zellen und auch Fettzellen umgeben.

Die Muskulatur des membranösen Teils der Trachea befestigt sich 2—3 cm von den Enden der Knorpel, an deren innerer Fläche. / (FRANKENHÄUSER *79*).

Artiodactyla.

Schwein, Sus domestica: / Die äußere Faserschicht zeigt ziemlich stark verknöcherten Knorpel. Innere Faserschicht: der innerste Teil besteht aus elastischen und bindegewebigen Fasern mit eingelagerten lymphoiden Zellen, sonst ist diese Schicht von derben, sich kreuzenden Faserbündeln gebildet. Die Submucosa ist fettreich, aus lockerem Bindegewebe bestehend./ (FRANKENHÄUSER *79*.)

/ Bei Sus scropha domestica Linn. stimmen in der Trachea Epithel, Bindegewebe und Drüsen mit dem Verhalten beim Schaf (siehe dort) überein, doch ist das Bindegewebe nahe dem Knorpel und in den interanulären Segmenten lockerer. Mastzellen sind in der Trachea selten. / (LIVINI *96*.)

/ Das Epithel ist geschichtetes Flimmerepithel von 0,035 mm Höhe. Becherzellen sind vorhanden, zwischen den Flimmerzellen finden sich spindelförmige Zellen, die bisweilen zwei Kerne enthalten. In der unteren Schicht finden sich polyedrische Zellen. Unter dem Epithel kann man (siehe auch Rind und oben p. 542) durch Silberimprägnation ein Endothel mit polygonalen Zellen nachweisen.

Die Schleimdrüsen sind in der Trachea des Schweins am stärksten im membranösen Teil angehäuft, hier ist der Drüsenkörper mehr von rundlicher Form, im knorpeligen Teil von Kuchenform. Der enge Ausführgang verläuft ungeteilt bis in die tiefsten Schichten der Mucosa

und die obersten der Submucosa. Der Ausführgang hat niedrig prismatisches Epithel. Das Flimmerepithel der Schleimhaut hört an der Mündung des Ausführganges auf, und nur das polyedrische Epithel setzt sich in den Ausführgang hinein fort.

Die Drüsenschläuche haben kleine granulierte, durch Karmin sich färbende Zellen und große helle Zellen mit wandständigen Kernen. Außerdem findet FRANKENHÄUSER aber noch Zellen, die gewissermaßen eine Übergangsform zwischen diesen beiden Arten darstellen.

Die Basalmembran der Drüsenschläuche ist sehr zart und enthält reichlich die bekannten sternförmigen, untereinander anastomosierenden Zellen.

Das die Drüsen einschließende Gewebe ist reich an lymphoiden Zellen. / (FRANKENHÄUSER *79*.)

Nach LIVINI *96* sind die Drüsen bei Sus scropha domestica Linn. zahlreich und groß.

/ Die Muskulatur des membranösen Teils setzt sich beim Schwein an der inneren Fläche der Knorpel an, etwa 0,5 cm vor deren Enden. / (FRANKENHÄUSER *79*.)

Auch nach STIRLING *83a* ist der Trachealmuskel beim Schwein innenständig.

/ Die Muskulatur setzt sich bei Sus scropha domestica Linn. innen an den Knorpeln an. Die Knorpelenden sind eigentümlich geschärft und gewunden, sei es nach innen oder nach außen. / (LIVINI *96*.)

Rind, Bos taurus: / Die Trachea hat fast Hufeisenform. Die Submucosa ist über den Knorpeln dünn, dagegen in den Interstitien der Knorpel recht stark entwickelt und enthält recht viel Fettzellen und lymphoide Zellen.

Die Mucosa besteht aus der inneren Faserschicht und dem Epithel. Die innere Faserschicht der Trachea zeigt beim Rind 3 Lagen:

a) innerste Lage: zarte längsverlaufende Fasern, die in ein bindegewebiges Netzwerk eingeschlossen erscheinen, letzteres steht mit der Basilarmembran, welche Kerne enthält, in Verbindung. In dieser Schicht finden sich zahlreiche lymphoide Zellen, welche stellenweise oft starke knötchenartige Anhäufungen bilden. FRANKENHÄUSER findet: Imprägniert man das Epithel der Mucosa mit $^1/_3$ Proz. Argent. nitric., pinselt dasselbe ab und imprägniert noch einmal, so findet man unmittelbar unter dem Epithel ein Endothel, welches nur über den Gefäßen fehlt;

b) mittlere Schicht enthält nur wenige elastische Fasern;

c) äußerste Schicht enthält viele dicke elastische Längsfasern.

Das Epithel ist ein geschichtetes Flimmerepithel (0,045 mm hoch) mit Becherzellen und mit tiefer liegenden polyedrischen Zellen. Im Epithel finden sich Körnchenkugeln.

Im membranösen Teil der Trachea beim Rind liegen die Drüsen teils vor, teils zwischen und auch hinter den Muskelbündeln und haben einen birnförmigen Drüsenkörper, über den Knorpeln sind sie flach kuchenförmig. Der Ausführungsgang ist lang, mäßig weit, meist geschlängelt und durchsetzt im knorpeligen Teil schräg, im membranösen Teil meist senkrecht die Schleimhaut. Der Gang teilt sich in den tiefen Schichten der Mucosa in der Oberfläche ziemlich parallel laufende und sich wiederholt teilende röhrenförmige Drüsenschläuche. Die Basalmembran des Ganges und der Schläuche ist sehr dünn und enthält kleine flache Kerne. Das Epithel des Ganges ist ungleichmäßig, besteht aus höheren zylin-

drischen, an anderen Stellen aus fast platten Zellen, die bisweilen in doppelter Reihe vorkommen. In den Drüsenschläuchen findet man große, sich wenig durch Karmin färbende Zellen und oft noch kleine, durch Karmin sich stark färbende Randzellen. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

/ Bei Bos taurus Linn. sind in der Trachea die unter dem Epithel gelegenen lymphoiden Elemente zahlreicher als beim Schaf, so daß sie wahre Lymphnoduli bilden. Die elastische Längsschicht ist deutlicher als beim Schaf und läßt nur freien Raum für die Drüsen und Blutgefäße, welche zahlreicher als beim Schaf sind. / (LIVINI *96.*)

/ Die Muskulatur des membranösen Teils der Trachea beim Rind setzt sich an die innere Fläche der Knorpel an, etwa 1,5 cm vor deren Ende. Einzelne Bündel der transversalen Muskelfasern gehen in die Schleimhaut über, wo sie teils quer, teils auch längs verlaufen. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

/ Beim Kalb ist die Anordnung des Trachealmuskels ähnlich wie bei den Affen (siehe dort). / (GUIEYSSE *98.*)

Schaf (Ovis aries): / FRANKENHÄUSER unterscheidet:

1. eine äußere Faserschicht;
2. eine starke Submucosa, welche in den Interstitien der Knorpel sehr reich an Fettzellen ist; sonst besteht sie aus lockerem, grobfaserigem Bindegewebe;
3. die Mucosa; Schichten derselben:
   a) grobfaserige Bindegewebsschicht;
   b) an groben, längsverlaufenden elastischen Fasern reiche Schicht;
   c) zartes bindegewebiges Gerüst mit sehr feinen elastischen Fasern und lymphoiden Zellen;
   d) Basilarmembran, ist dünn und enthält reichlich Kerne;
   e) Epithel.

Das Epithel ist geschichtetes Flimmerepithel, 0,045 mm hoch, zeigt spärliche Becherzellen und eine tiefe Schicht kleiner polyedrischer Zellen. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

/ Bei Ovis aries Linn. hat in der Trachea das flimmernde Zylinderepithel mehrere Schichten, ist reich an schleimhaltigen Zellen und sitzt auf einer breiten Bindegewebsschicht, welche viele lymphoide Elemente enthält. / (LIVINI *96.*)

/ Die Schleimdrüsen sind beim Schaf reichlich. Es hängen an einem Ausführungsgange mehrere Drüsenkörper, die in der Mucosa oder Submucosa und nur im membranösen Teil in der äußeren Faserschicht liegen.

An der engen Drüsenmündung geht das Oberflächenepithel plötzlich in das niedrige prismatische des Ausführungsgangs über. Die Basalmembran zeigt umspinnende sternförmige Zellen. Die Drüsenschläuche haben große, sich nicht mit Karmin färbende helle Zellen mit wandständigem Kern, und kleine Zellen, feinkörnig und mit Karmin sich färbend, mit ziemlich großem, rundem Kern. Beide Arten liegen gewöhnlich zusammen in einem Endschlauch.

Lymphzellen bilden in der Trachea vom Schaf zuweilen Anhäufungen an den Endschläuchen der Drüsen. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

/ Beim Schaf liegen auch manche der Drüsen nach außen vom Trachealmuskel. / (STIRLING *83 b.*)

/ In der Trachea von Ovis aries Linn. nehmen die Drüsen mit Vorliebe die interanulären Segmente ein. / (LIVINI *96.*)

/Die Trachealdrüsen sind beim Schaf nach dem gefiederten Typus gebaut, doch mehr verzweigt als die der Bronchien der Bifurkation. Die Drüsen ähneln denjenigen des Haarbandes in der Mundhöhle von Kaninchen und Hasen und auch der Harderschen Drüse. Sie haben prismatische Zellen, der Kern liegt meist in der Mitte des Protoplasmakörpers. Das im Lumen liegende geronnene Sekretionsprodukt färbt sich mit Eosin leuchtend rot. Es handelt sich dabei nicht um Schleim, sondern um eine visköse und zähe Masse, ganz so, wie sie von der Harderschen Drüse des Kaninchens sezerniert wird. Aber von Stelle zu Stelle finden sich isoliert oder in Gruppen von zwei oder drei mit Hämatoxylin blau färbbare, offenbar schleimbildende Zellen in den sezernierenden Schläuchen, ohne daß jedoch eine Abteilung der Schläuche in mucipare Regionen und in Giannuzzische Halbmonde zustande käme. Die Sammelgänge besitzen ein prismatisches, nicht gestreiftes, in den ampullären Erweiterungen sehr niedriges, selbst bisweilen ganz abgeplattetes Epithel./ (RENAUT *97.*)

/Lamina propria: Bei Ovis aries Linn. liegen in der Trachea zahlreiche dichte Längsbündel elastischer Fasern nahe dem Epithel. Nach außen folgen isolierte Fasern verschiedener Richtung.

In der Trachea von Ovis aries Linn. folgt nach außen von der Muskelschicht ein sehr breites Bindegewebsstratum mit zahlreichen elastischen Fasern, welche vorwiegend von außen nach innen verlaufen und die Muskulatur durchbrechend bis in das subepitheliale Bindegewebe reichen./ (LIVINI *96.*)

/Beim Schaf ist die Lamina propria der Mucosa der Trachea in zwei Lagen geteilt. Die eine innere besteht aus Bindegewebe, in dessen interfaszikulären Räumen sehr zahlreiche Lymphzellen liegen, welche von Stelle zu Stelle linsenförmige oder selbst runde Haufen bilden. Die Haufen enthalten retikuläres Gewebe, ähnlich wie Noduli. Sie unterscheiden sich von den Noduli dadurch, daß sie weder exakt begrenzt sind, noch ein radiäres Blutgefäßnetz besitzen und daß sie an ihrem Rande allmählich in das gewöhnliche Bindegewebe der Lamina propria übergehen. Eine solche lymphatische Infiltrationsschicht existiert nicht in den intrapulmonären Bronchien. Sie setzt sich in die entsprechende Schicht des Kehlkopfes fort. Nach außen von dieser Schicht folgt eine tendiniforme Schicht, welche aus fibrösen Fasern besteht, die fast alle längs verlaufen und in ihren Zwischenräumen fixe Zellen enthalten. Aber diese Schicht enthält im Gegensatz zu den Sehnen eine sehr entwickelte elastische Formation, wie sie seit langem von KÖLLIKER angegeben wird. Yförmig strahlen Faserbündel von der tendiniformen Schicht zum Knorpelskelett, wo sie sich mit dem Perichondrium verbinden, wodurch eine festere Verbindung zwischen Knorpel und Mucosa gegeben ist. Die Knorpel sind ihrerseits in der Trachea beim Schaf untereinander durch Xförmige Ligamenta interchondralia verbunden, welche die Fortsetzungen des Perichondriums der Knorpelbogen sind. Zwischen den Armen des X finden sich schräg- oder längsverlaufende Bündel glatter Muskelfasern. Diese lassen wahrscheinlich die Querfalten der Mucosa entstehen./ (RENAUT *97.*)

/Die Muskulatur des membranösen Teils der Trachea beim Schaf setzt sich an der innern Fläche der Trachealknorpel an, $1-1^1/_2$ cm von den Enden derselben./ (FRANKENHÄUSER *79.*)

/VERSON (in STRICKER) gibt an, daß der Trachealmuskel vom Schaf außenständig sei. Dies ist nach STIRLING ein Irrtum, da er hier innenständig ist./ (STIRLING *83b.*)

/ Das nervöse Netz und die Nervenknoten auf der hinteren Fläche des membranösen Trachealteils und auf den Bronchien haben beim Schaf dieselbe Form wie beim Hunde (siehe dort). / (KANDARAZKI *81.*)

Sirenia.

/ Die Luftröhre ist bei Sirenen sehr kurz. / (STANNIUS *46.*)

Proboscidea.

/ Beim indischen Elefanten besitzt die Trachea innen gelbes elastisches Gewebe in den Längsfalten. Der Raum hinten zwischen den Enden der Knorpelringe wird von zwei deutlichen Schichten glatter Muskulatur eingenommen, ein äußeres queres und ein inneres Blatt, welches im zentralen Teil vertikal verläuft, aber lateral nach außen radiär ausstrahlt. / (MIALL and GREENWOOD *78.*)

Elephas africanus: / Die Trachealschleimhaut zeigt zarte niedrige Längsfalten, die nach WATSONS Untersuchungen aus elastischem Gewebe bestehen; sie setzen sich auch in die beiden Bronchien fort. / (v. MOJSISOVICS *79.*)

Vergl. endlich oben p. 541 die Angaben von SAPPEY über die Trachea des Elefanten.

Lamnungia.

/ GEORGE beschreibt Trachea und Lungen vom Daman eingehend makroskopisch. Die Trachea zeigt eine große Anzahl unvollständiger Ringe. / (GEORGE *75.*)

Rodentia.

/ Lepus cuniculus Linn. und Lepus timidus Linn.: Das flimmernde Zylinderepithel der Trachea mit schleimhaltigen Zellen ruht auf einem Bindegewebe, welches nahe dem Epithel dichter ist (und einem dichten Bündel elastischer Längsfasern entspricht), während es nach außen lockerer isolierte, ringförmig und schräg verlaufende elastische Fasern enthält. Die Knorpel sind manchmal ossifiziert. Die Muskelschicht liegt außen vom Knorpel, dann folgt eine Bindegewebsschicht, reich an elastischen Fasern und mit vereinzelten glatten Muskelfasern verschiedener Richtung. Drüsen sind außerordentlich spärlich, wogegen die Blutgefäße zahlreich und groß sind. Die Drüsen liegen in den interanulären Segmenten. / (LIVINI *96.*)

Hase. Lepus timidus: / Die äußere Faserschicht der Trachea schließt die Knorpel und die Muskulatur des membranösen Teils ein. Die Knorpel sind beim ausgewachsenen Tiere ziemlich stark verknöchert.

Die innere Faserschicht besitzt im innern Teil hauptsächlich längsverlaufende elastische Fasern und ist im äußeren Teil sehr dünn, bindegewebig. Lymphoide Zellen sind in der Mucosa spärlich, nur in der Umgebung der Drüsen angehäuft.

Die starke Submucosa enthält große querverlaufende, untereinander kommunizierende venöse Bluträume. Das Flimmerepithel ist 0,027 mm hoch, mit unterer Schicht aus regelmäßig geordneten polyedrischen Zellen. Die Basalmembran zeigt einzelne spindelförmige Kerne.

Die Drüsen sind beim Hasen nur wenige, in den Interstitien der Knorpel im vorderen und seitlichen Teile der Trachea. Die Drüsen sind klein, verästelt, röhrenförmig und liegen meist ganz in der Mucosa, einzelne ragen auch in die Submucosa. Die Ausführungsgänge haben enge

Mündung, durchsetzen die Mucosa schräg und haben niedriges, prismatisches Epithel. Die Drüsenschläuche haben helle größere Zellen mit abgeplattetem wandständigem Kern und fein granulierte kleinere Zellen mit rundlichem Kern.

Die Muskulatur des membranösen Teils der Trachea bei Lepus timidus setzt sich ziemlich nahe den Enden der Trachealknorpel an der äußeren Seite derselben an.

Lepus cuniculus (Kaninchen): Die äußere Faserschicht der Trachea schließt die Knorpel und die Muskulatur des membranösen Teils ein. Die Knorpel (deren Bau siehe Katze) sind im Innern ziemlich stark verknöchert. Die Basalmembran ist sehr zart. Gleich unter der Basalmembran besteht die innere Faserschicht hauptsächlich aus längsverlaufenden, elastischen Fasern. Der äußere Teil der inneren Faserschicht ist aus derben, meist querverlaufenden Bindegewebsbündeln zusammengesetzt. / (FRANKENHÄUSER *79*.)

Epithel: / Beim Kaninchen sind die flimmernden Zylinderzellen der Trachea 17—30 μ hoch, 10—14 μ breit; ihre runden Kerne von 8—9 μ Dm. haben 1—6 Nucleoli, wie man sich am besten an isolierten, aus den Zellen ausgetretenen Kernen überzeugt. / (AUERBACH *74*.)

/ Das Schleimhautepithel ist ein 0,027 mm hohes, geschichtetes Flimmerepithel. Die polyedrischen Zellen der unteren Schicht bilden eine sehr regelmäßige Reihe unter den Flimmerzellen. / (FRANKENHÄUSER *79*.)

/ Das Protoplasma im oberen Teil der Luftröhrenepithelzellen vom Kaninchen erscheint zunächst unter dem Deckel, bis in eine Tiefe von etwa 4—6 μ mehr homogen, ärmer an Vakuolen und Körnchen als der Rest. Nach Behandlung (24 Stunden) mit Drittelalkohol erhielt ENGELMANN mehrere Zellen, in welchen eine zarte parallele Längsstreifung im oberen Drittel der Zellen unverkennbar war. Die seitlichen Abstände der äußerst zarten Streifen entsprechen genau denen der Wimpern und ihrer Fußstücke.

Am Luftröhrenepithel des Kaninchens läßt sich leicht zeigen, daß das als Deckel, Cuticularsaum, Basalsaum usw. beschriebene und bekannte Gebilde, auf welchem die Cilien zu sitzen scheinen, nicht, wie EBERTH, MARCHI u. a. wollen, eine siebartig durchlöcherte Membran oder Schicht ist, durch deren Poren die Cilien hindurchtreten, sondern vielmehr eine Mosaik kleiner, den Wimpern als Fußstücke dienender stäbchenförmiger Elemente, wie schon EIMER ganz richtig schildert. / ENGELMANN *80*.)

/ Flimmerzellen aus dem Trachealepithel des Kaninchens zeigen nach 24stündiger Behandlung in Drittelalkohol eine zarte parallele Längsstreifung im oberen Drittel der Zellen. / (SCHIEFFERDECKER in BEHRENS, KOSSEL und SCHIEFFERDECKER *91*.)

/ Auch SCHNEIDER beschreibt die Epithelien der Trachea vom Kaninchen (Lepus cuniculus). Das Trachealepithel bezeichnet er als ein „mehrreihiges“. An den Flimmerzellen fallen leicht die Basalkörner an der Basis der Wimpern auf. / (K. C. SCHNEIDER *02*.)

/ Drüsen: Die Trachea des Kaninchens besitzt nur wenige Schleimdrüsen, dieselben liegen in den Interstitien der Knorpel der vorderen und seitlichen Wand der Trachea. Die Ausführgänge sind kurz und verlaufen schräg. Der Drüsenkörper liegt meist in den unteren Schichten der Mucosa oder in den oberen der Submucosa. Das Ausführgangsepithel besteht aus niedrigen prismatischen Zellen.

In den Drüsenschläuchen finden sich zwei Arten von Epithelzellen. / (FRANKENHÄUSER *79*.)

Die Angaben von Frau FUCHS-WOLFRING *98* über die Drüsen der Kaninchentrachea siehe oben p. 364 f.

/ Die Muskulatur des membranösen Teils der Trachea befestigt sich beim Kaninchen an der äußeren Fläche der freien Enden der Knorpel. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

/ Beim Kaninchen ist der Trachealmuskel außenständig und verläuft quer. Die Knorpelenden greifen übereinander. / (STIRLING *83 b.*)

/ Beim Kaninchen ist der Trachealmuskel weniger als halb so breit, wie der Knorpel. Die Insertion ist eine äußere und reicht bis zum Gipfel des Knorpels, die Knorpelenden sind nicht frei. / (GUIEYSSE *98.*)

In Fig. 269 habe ich dieses Verhalten des Trachealmuskels zum Knorpel nach einem Präparat vom jungen Kaninchen zur Darstellung gebracht.

/ Zwischen Mucosa und Knorpel finden sich zahlreiche vertikale Gefäße, dagegen fehlen solche zwischen Mucosa und Muskel (beim Menschen verhält sich dies umgekehrt). / (GUIEYSSE *98.*)

/ In der Submucosa finden sich große, untereinander kommunizierende venöse Bluträume. An den Nerven, welche im membranösen Teil reichlich vorkommen, findet man Nervenknoten. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

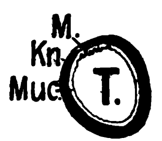


Fig. 269. **Trachea vom jungen Kaninchen.** Querschnitt. *T* Tracheallumen, *Kn* Knorpel, *Muc* Mucosa, *M* Trachealmuskel. Vergr. 11fach, reduziert auf $^3/_4$.

/ Das nervöse Netz und die Nervenknoten auf der hinteren Fläche des membranösen Trachealteils und auf den Bronchien haben beim Kaninchen dieselbe Form wie beim Hunde (siehe dort). / (KANDARAZKI *81.*)

Meerschweinchen (Cavia cobaya): / Die äußere Faserschicht der Trachea schließt die Knorpel ein. Die Knorpel sind sehr reich an großen Zellen, die ganz unregelmäßig angeordnet sind. Die innere Faserschicht enthält viele lymphoide Zellen, besonders gleich unter der Basalmembran. Die Submucosa geht unmerklich in die Mucosa über.

Das Flimmerepithel bezeichnet FRANKENHÄUSER als geschichtet. In die auffallend dicke, trübe Basalmembran (0,01 mm) sind zahlreiche lymphoide Zellen eingeschlossen. Dieselbe ist von zahlreichen feinen Kanälen in senkrechter Richtung durchsetzt. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

/ Mastzellen sind sehr zahlreich hinten im Bindegewebe und hinten, vorn und seitlich unter dem Epithel. Mastzellen fanden sich auch im Epithel selbst auf der Durchwanderung begriffen. / (LIVINI *96.*)

/ Drüsen: Die Schleimdrüsen in der Trachea des Meerschweinchens sind spärlich und klein und finden sich nur in der vorderen Wand, dem membranösen Teil gegenüber und hier auch nur in den Interstitien der Knorpel. Die Seitenteile und der membranöse Teil der Trachea haben gar keine Drüsen. Die Drüsen sind verästelt tubulös und liegen in den tieferen Schichten der Mucosa. Der Ausführgang läuft gerade, ist meist ziemlich eng, zeigt jedoch bisweilen gleich unter der elastischen Faserschicht eine ampullenartige Erweiterung. Die Mündung des Ausführganges ist oft leicht trichterförmig. Die Basalmembran enthält, ebenso wie die Basalmembran der Drüsenschläuche zahlreiche sternförmige Zellen. Das Epithel des Ausführganges ist prismatisch. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

Die Angaben von Frau FUCHS-WOLFRING *98* über die Drüsen der Trachea des Meerschweinchens siehe oben p. 364 f.

/Bei Cavia cobaya Linn. zeigt die Trachea viele Ähnlichkeit mit der Trachea der Katze (siehe dort), doch sind die Drüsen beim Meerschweinchen sehr spärlich./ (LIVINI *96.*)

/An die innere Seite der Knorpelenden setzt sich die Muskulatur des membranösen Teils an, welche nur schwach entwickelt ist./ (FRANKENHÄUSER *79.*)

/Beim Meerschweinchen ist die Insertion des Trachealmuskels eine innere, doch ist der freie Teil des Knorpels weniger bedeutend als beim Igel. bisweilen setzt sich ein ganz kleines Bündel, die Hauptmasse des Muskels verlassend, an das Ende oder fast an das Ende des Knorpels. Der Muskel ist dick und keine Drüse durchbohrt ihn, solche fehlen übrigens auch in der übrigen Trachea (siehe dagegen oben die positive Angabe FRANKENHÄUSERS)./ (GUIEYSSE *98.*)

/Entwicklung: Beim Meerschweinchen findet LIVINI, daß beim 38 mm langen Embryo die Muskelbündel ziemlich gut entwickelt sind und es findet sich ein Kontakt mit dem Oberflächenepithel der Trachea, letzteres zeigt entsprechend der Breite der Muskelbündel eine oder zwei Schichten von Zylinderzellen, in der ganzen übrigen Zirkumferenz zahlreiche Schichten (8—10). Bei einem Meerschweinchenembryo von 13 mm. Länge dagegen, bei dem die Bildung der Muskelbündel schon begonnen hat, welche im Querschnitt von wenigen Zellen in einer oder zwei Schichten im Kontakt mit dem Epithel gebildet erscheinen, findet sich die oben erwähnte Eigentümlichkeit nicht und das Epithel zeigt sich allenthalben von derselben Dicke (2 oder 3 Schichten)./ (LIVINI *98.*)

Ratte: /In der Trachea der Ratte schließt die äußere Faserschicht Knorpel und die Muskulatur des membranösen Teils ein. Eine Submucosa ist abgrenzbar. Die innere Faserschicht enthält lymphoide Zellen, eine Basalmembran ist vorhanden. Das Epithel der Mucosa ist 0,027 mm hoch; es zeigt Flimmerzellen, darunter liegende polyedrische Zellen und Becherzellen./ (FRANKENHÄUSER *79.*)

/Bei Mus decumanus Linn. zeigt das flimmernde Zylinderepithel der Trachea zwei Schichten mit schleimhaltigen Zellen./ (LIVINI *96.*)

/Drüsen: Schleimdrüsen sind bei der Ratte reichlich vorhanden, am reichlichsten dem membranösen Teil gegenüber, in den Interstitien der Knorpel; weniger in den seitlichen Teilen, vereinzelt über den Knorpelenden und gar nicht im membranösen Teil. Die Drüsen sind groß, der Drüsenkörper liegt in der Submucosa. Der Ausführgang ist kurz, die Mündung desselben eng, der Gang hat ziemlich hohes, einschichtiges Epithel. Die Drüsenschläuche enthalten: 1. kleine polyedrische Zellen, deren Protoplasma sich durch Karmin färbt, mit großem Kern, 2. größere Zellen mit kleinem, wandständigem Kern und hellem, homogenem Protoplasma, welches sich durch Karmin nicht färbt.

Die Basalmembran. sowohl des Ausführganges als auch der Drüsenschläuche ist sehr zart, homogen und enthält kleine flache Kerne./ (FRANKENHÄUSER *79.*)

/Bei Mus decumanus Linn. finden sich in der Trachea, in der auf das flimmernde Zylinderepithel folgenden Bindegewebsschicht große, aber spärliche Drüsen, welche besonders die interanulären Segmente der vorderen Wand einnehmen. Es sind Schleimdrüsen. Drüsen finden sich auch in der hinteren Wand./ (LIVINI *96.*)

Die Angaben von Frau FUCHS-WOLFRING *98* über die Drüsen der Trachea bei der Ratte siehe oben p. 364f.

/Elastisches Gewebe: In der Muskelschicht der Trachea von Mus decumanus Linn. finden sich einzelne elastische Fasern, vom Perichondrium ausgehend, ebensolche bilden ein subepitheliales elastisches Netz. Vom äußeren Perichondrium ausgehende Fasern durchqueren direkt den Knorpel./ (LIVINI *96.*)

/Die Muskulatur inseriert sich bei der Ratte an die äußere Seite der Trachealknorpel, nahe deren Enden und bildet der Länge nach eine kontinuierliche Schicht./ (FRANKENHÄUSER *79.*)

/Bei der Ratte ist der Trachealmuskel außenständig und verläuft quer. Die Knorpelenden greifen übereinander. Der Gangliennervenplexus ist reich./ (STIRLING *83 b.*)

/Bei der Ratte inseriert der sehr starke Trachealmuskel auf dem Gipfel und auf beiden Seiten des Knorpels, der äußere Teil des Muskels ist bedeutender als der innere und besteht an manchen Stellen allein (deshalb hielt STIRLING die Insertion nur für eine äußere)./ (GUIEYSSE *98.*)

/Lymphgewebe: In den Interstitien der Knorpel finden sich bei der Ratte hie und da Anhäufungen lymphoider Zellen in einem zarten Netzwerk. Dieselben reichen von der Basalmembran durch die ganze Dicke der Schleimhaut bis in die Submucosa./ (FRANKENHÄUSER *79.*)

/Mastzellen sind bei Mus decumanus Linn. zahlreich./ (LIVINI *96.*)

Mus musculus, Maus: /Die äußere Faserschicht schließt die Knorpel und die Muskulatur des membranösen Teils ein. Die innere Faserhaut zeigt zwei dünne, scharf getrennte Schichten. Die äußere besteht aus dünnen querverlaufenden Bindegewebsfasern. In die innere Schicht sind zahlreiche zarte, längsverlaufende elastische Fasern eingelagert und lymphoide Zellen. Eine dünne Basalmembran ist vorhanden.

Das Epithel ist an manchen Stellen ein einfaches Zylinderepithel, 0,015 mm hoch, an anderen Stellen besteht es aus zwei Reihen von Zellen.

Schleimdrüsen finden sich bei der Maus nur im vorderen Abschnitt der Trachea, dem membranösen Teil gegenüber und hier auch nur in den Interstitien der Knorpel. Die Drüsen bestehen aus sich teilenden röhrenförmigen Schläuchen. Der Ausführgang hat enge Mündung und erweitert sich unter der elastischen Faserschicht. Die Epithelzellen des Ganges sind prismatisch und nahezu ebenso hoch wie breit. Das Epithel der Drüsenschläuche ist feinkörnig mit großem, rundem Kern, dazwischen bemerkt man Zellen mit homogenem Inhalt, der sich mit Karmin nicht färbt und einem kleinen Kern.

Die Muskulatur setzt sich mit dünnen Sehnen an die äußere Fläche der Knorpel an, ganz dicht an deren Enden.

An den Nerven der Trachea und der Bronchen findet man bei der Maus sehr zahlreiche kleine Ganglienzellen, meist in Gruppen beisammen liegend.

Sciurus vulgaris, Eichhörnchen: Der membranöse Teil der Trachea ist sehr breit (wenigstens ein Drittel des Umfangs).

Die äußere Faserschicht schließt die Knorpel und die Muskulatur des membranösen Teils ein.

Es findet sich geschichtetes Flimmerepithel mit reichlichen Becherzellen, die tiefere Schicht des Epithels besteht aus polyedrischen Zellen. Eine deutlich kernhaltige Basalmembran ist vorhanden, darunter folgt eine dünne Längsschicht von elastischen Fasern, darunter eine Querschicht von ebensolchen Fasern und dann eine Schicht von mehr bindegewebiger

Natur, deren Faserbündel unregelmäßig verlaufen. In der Mucosa finden sich häufig Fettzellen.

FRANKENHÄUSER fand, obwohl er eine Trachea vom Eichhörnchen von oben bis unten in Schnitte zerlegte, keine Drüsen.

Die Muskulatur setzt sich an die äußere Fläche der Trachealknorpel an, sehr nahe an deren Enden, oder verlieren sich in den Knorpelinterstitien in die äußere Faserschicht. Nach außen von den querverlaufenden Muskelbündeln finden sich auch längsverlaufende dünne Bündel, die sich in der äußeren Faserschicht inserieren.

Größere Gefäße, welche in den tieferen Schichten der Schleimhaut sehr reichlich vorhanden sind, geben ein Netz von weiten Kapillaren ab, die dicht unter der Basalmembran polygonale Maschen bilden./ (FRANKENHÄUSER *79.*)

Spermophilus citilius. Beim Ziesel finde ich ähnliche Verhältnisse wie beim Eichhörnchen. Drüsen vermißte ich in den mir zu Gebote stehenden Schnitten, doch konnte ich keine vollständige Serie durch die Trachea untersuchen. Die subepitheliale elastische Faserschicht ist gut entwickelt und zeigt vorwiegenden Längsverlauf.

Pteromys volans, fliegendes Eichhörnchen. /Die Trachea ist hier ähnlich gebaut wie beim gewöhnlichen Eichhörnchen, nur in etwas kleineren Dimensionen. Die polyedrischen Zellen der tiefen Schicht bilden keine geschlossenen Reihen, sondern erscheinen nur hier und da zwischen die unteren Enden der Flimmerzellen eingelagert.

Es fehlen alle Schleimdrüsen./ (FRANKENHÄUSER *79.*)

Carnivora.

Canis familiaris, Hund. /FRANKENHÄUSER unterscheidet in der Trachea des Hundes:

1. äußere Faserschicht mit Knorpeln,
2. eine Submucosa ist nicht scharf abgegrenzt,
3. die Mucosa besteht aus der inneren Faserschicht und dem Epithel.

Die innere Faserschicht ist stark entwickelt und besteht aus grobfaserigem Bindegewebe und elastischen Fasern; letztere bilden längsverlaufende Netze.

Die Basilarmembran ist unmeßbar dünn mit Kernen. Rundzellen finden sich nur vereinzelt. In den tieferen Schichten der Mucosa kommen Fettzellen vor.

Bei dem ausgewachsenen Hunde kann man in der Schleimhaut nicht mehrere Schichten unterscheiden, sondern das Gewebe zeigt eine sehr gleichmäßige Zusammensetzung und besteht aus derben, längsverlaufenden, elastischen Fasern, die von einem bindegewebigen Gerüst umgeben sind.

Das Epithel ist 0,05 mm hohes geschichtetes, pyramidales Flimmerepithel mit Becherzellen und in der tieferen Schicht mit polyedrischen Zellen./ (FRANKENHÄUSER *79.*)

/Das Trachealepithel des Hundes entspricht sowohl hinsichtlich der Zellformen als der Beschaffenheit und Anordnung mit einigen Beschränkungen den Verhältnissen beim Menschen ziemlich genau. Was nun diese Beschränkungen betrifft, so zeigen sich die Flimmerzellen des Hundes nach unten hin stets mit fußähnlichen Fortsätzen versehen, welche die Basalmembran erreichen. Übrigens zeigt das Trachealepithel des Hundes im ganzen eine größere Menge von Becherzellen als dasjenige des Menschen./ (WALLER und BJÖRKMAN *82.*)

Die einspringende Falte in der Hundetrachea trägt beim acht Tage alten Hund ein hohes Flimmerepithel; geschichtetes Epithel, wie es andere Autoren (siehe oben p. 532) beim erwachsenen Hund erwähnten, fand ich in den von mir untersuchten Schnitten an dieser Stelle nicht.

/ Die Drüsen sind zusammengesetzte, verästelte, tubulöse Drüsen, weniger zahlreich und kleiner als bei der Katze. Lange Ausführgänge durchsetzen schräg die Mucosa und zeigen enge Mündung. Das Flimmerepithel geht in der Regel an der Mündung des Ausführganges plötzlich in das des Ganges über oder es erstreckt sich weit in den Ausführgang hinein, häufig nur die eine Seite desselben bekleidend. Je nach dem Füllungsgrade des Ganges wechselt die Höhe der Epithelzellen von niedrig prismatisch bis fast platt. Der Drüsenschlauch hat hohe pyramidale Zellen, die sich fast nicht durch Karmin färben, der Kern liegt gewöhnlich in der Nähe der Basis. Die Basalmembran ist sehr dünn.

Die vorkommenden Halbmonde bestehen aus kleineren, in ihrer Form unregelmäßigen Zellen, welche sich leicht durch Karmin färben. / (Frankenhäuser *79.*)

/ Die epitheliale Auskleidung der Drüsenacini in der Trachea des Hundes besteht ausschließlich aus Schleimzellen (muköse Acini). / (Waller und Björkman *82.*)

/ Die Drüsen sind in der Trachea beim Hund weniger zahlreich als bei der Katze. / (Stirling *83 b.*)

/ Die Drüsen, obwohl zahlreich und groß, sind beim Hund weniger an Menge als beim Schwein und liegen auf der Innenfläche der Muscularis. / (Livini *96.*)

Die Angaben von Frau Fuchs-Wolfring *98* über die Drüsen der Trachea des Hundes siehe oben p. 364f.

/ Bei Canis familiaris Linn. sind in der Trachea die Knorpelringe oft verknöchert. Das Bindegewebe in den interanulären Räumen und nahe dem Knorpel ist weniger dicht und enthält weniger elastische Fasern als nahe der Oberfläche. / (Livini *96.*)

/ Die Muskulatur des membranösen Teils befestigt sich nicht an den freien Enden der Knorpelringe, sondern an der Seitenfläche der Trachea. / (Frankenhäuser *79.*)

/ Der Trachealmuskel ist beim Hund außenständig und weniger dick als bei der Katze. / (Stirling *83 b.*)

Auch nach Livini *96* liegt die Muskulatur beim Hund nach außen von den Ringen.

/ Beim Hund ist der Trachealmuskel ganz nach demselben Typus wie bei der Katze angeordnet, doch ist der Muskel etwas dünner (siehe Fig. 270). / (Guieysse *98.*)

Fig. 271 zeigt das Verhalten des Trachealmuskels *M* beim acht Tage alten Hunde. Der Muskel ist hier bereits außenständig wie beim erwachsenen Tier. Aus der Abbildung ist auch der Reichtum der Schleimhaut an Drüsen ersichtlich.

/ Die Gefäße treten in der Trachea des Hundes teils durch die Interstitien zwischen den Knorpeln, teils in dem membranösen Teil durch die äußere Faserschicht; sie bilden in der Mucosa ein grobmaschiges Netz von größeren Gefäßen und geben zwei Kapillarsysteme ab; eines umspinnt die Drüsenschläuche, das andere findet sich dicht unter der Basalmembran der Schleimhaut. / (Frankenhäuser *79.*)

/ Die oben vom Trachealzweig, unten vom N. vagus abgehenden Nervenzweige für die Trachea bilden auf der hinteren Fläche des mem-

branösen Trachealteils ein Netz, welches zahlreiche Nervenknoten einschließt. Es ließen sich bis 30 und mehr Ganglien zählen. / (KANDARAZKI *81.*)

Fuchs, Canis vulpes. Die Trachea des Fuchses stimmt in ihrem Bau in den wesentlichen Punkten mit der des Hundes überein, sowohl im Übereinandergreifen der Knorpelenden und dem weiten Übergreifen des außenständigen Trachealmuskels, als in der reichen Ausstattung mit

Fig. 270.

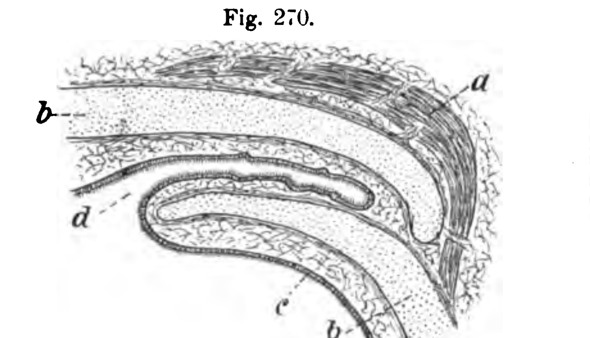


Fig. 271.



Fig. 270. **Trachea vom Hund.** Hintere Wand. *a* Trachealmuskel, *b* Knorpel, *c* Mucosa, *d* Blindsack der Mucosa. (Nach GUIEYSSE *98.*)

Fig. 271. **Trachea vom acht Tage alten Hund.** Querschnitt. *Kn* Knorpel, *Muc* Mucosa, *Dr* Drüsen, *M* Trachealmuskel. Vergr. 11fach, reduziert auf $^3/_4$.

Drüsen (siehe Fig. 272). Eine auffallende Anordnung der elastischen Fasern der Schleimhaut konnte ich beim Fuchs besonders deutlich sehen. Ich bringe dieselbe in Fig. 274 und 273 zur Darstellung. In ersterer Figur sieht man die subepitheliale elastische Faserschicht (*s.El*) sehr deutlich (mit Kresofuchsin gefärbt) hervortreten. Die gezeichnete Stelle entspricht einer beliebigen Stelle der Trachealwand, da das Verhalten dieser Schicht ringsherum dasselbe ist. Anders dagegen verhält sich das

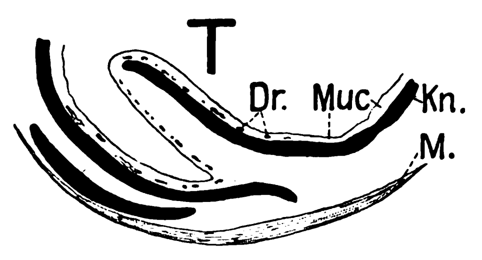


Fig. 272. **Trachea vom Fuchs, Canis vulpes.** Derjenige Teil eines Querschnittes, in dem die Knorpelringe *Kn* offen sind und übereinandergreifen, ist gezeichnet. *T* Tracheallumen, *Muc* Mucosa, *Dr* Drüsen, *M* Trachealmuskel. Vergrößerung 11fach, reduziert auf $^3/_4$.

elastische Gewebe über der ins Lumen (durch den einspringenden Knorpelrand) hereingedrängten (siehe Fig. 272) Schleimhautfalte. Im Bezirk dieser Falte fehlt nämlich die subepitheliale elastische Faserschicht vollkommen, während wesentlich tiefer eine elastische Faserschicht (siehe Fig. 273 *t.El*) auftritt, die wieder an der Peripherie der Trachea fehlt. Beide elastischen Schichten bestehen aus wesentlich längs verlaufenden Fasern. Ich zweifle nicht daran, daß diese eigentümliche Änderung der Anordnung der elastischen Fasern über der Falte im Zusammenhang steht mit jener Änderung der Funktion des elastischen Gewebes der Schleimhaut, welche mit dem Hervortreten der Falte in dem betreffenden Schleimhautbezirk Hand in Hand geht. Es ist klar, daß über der konvexen Falte eine subepitheliale elastische Längsfaserschicht geradezu ent-

gegengesetzte Wirkung haben würde, wie eine ebensolche Schicht an der konkaven Peripherie. Es ist anzunehmen, daß durch die tiefe Schicht im konvexen Gebiet eine entsprechende Wirkung erzielt werden kann, wie sie die hohe Schicht im konkaven Gebiet ausübt.

Jedenfalls handelt es sich beim Fuchs nicht, wie frühere Autoren (siehe oben p. 534) bei der Katze angaben, um ein Fehlen, vielmehr nur um eine andere und zwar eigenartige Anordnung der elastischen Fasern in dieser Region.

Fig. 273.

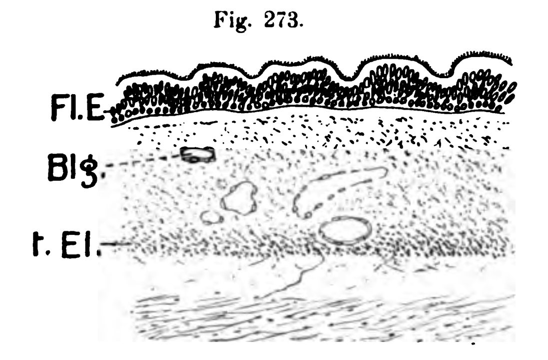


Fig. 274.

Fig. 273 und 274. **Trachea vom Fuchs (Canis vulpes).** Fig. 273 zeigt das Verhalten der Schleimhaut auf der Falte, Fig. 274 an der Peripherie der Trachea (vergl. die Übersichtsfigur 272). *Fl.E* Flimmerepithel. Die elastischen Fasern, meist quergeschnitten, erscheinen als Punkte und treten besonders hervor in der subepithelialen Schicht elastischer Fasern *s.El* und in der tiefen Schicht elastischer Fasern *t.El*. *Blg* Blutgefäße, *Dr* Drüsen. Vergrößerung 96fach, reduziert auf $^9/_{10}$.

Meles taxus, Dachs: /Die äußere Faserschicht schließt die Knorpel ein und die Muskeln des membranösen Teils. Eine Submucosa ist stark entwickelt. Die innere Faserhaut besteht aus zwei Schichten, in deren innere grobe, längsverlaufende Fasern eingelagert sind. Lymphoide Zellen

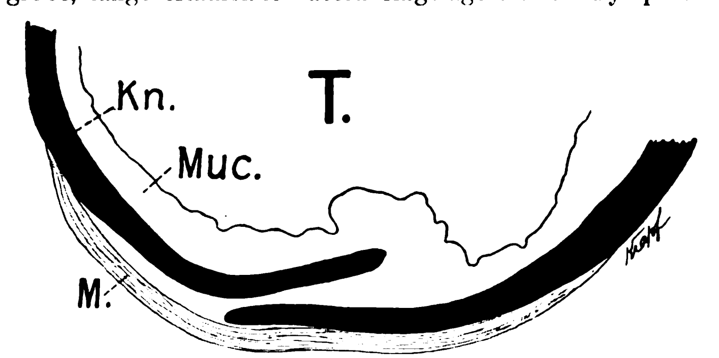


Fig. 275. **Trachea vom Dachs, Meles taxus.** Derjenige Teil eines Querschnittes, in dem die Knorpelringe *Kn* offen sind und übereinandergreifen, ist gezeichnet. *T* Trachealllumen, *Muc* Mucosa, *M* Muskulatur. Vergr. 11fach, red. auf $^3/_4$.

wurden nicht aufgefunden. Schleimdrüsen sind besonders in den Interstitien der Knorpel in großer Zahl vorhanden und am reichlichsten in der vorderen Wand der Trachea. Es sind große Drüsen mit weitem, langem, die Schleimhaut schräg durchsetzendem Ausführgang. Letzterer

teilt sich in der Mucosa oder häufiger in der Submucosa und seine Äste geben teils längere und wiederholt verästelte, teils aber auch unverästelte und ganz kurze Drüsenschläuche ab. Die kürzeren sind oft an ihren Enden angeschwollen. Das niedrige prismatische Epithel der Ausführgänge beginnt an deren enger Mündung. In den Endschläuchen finden sich neben größeren, helleren Zellen Anhäufungen von kleinen, stärker granulierten, meist wandständigen Zellen, die durch Karmin stark gefärbt werden. In der Umgebung der Drüsen finden sich reichlich lymphoide Zellen im Gewebe. Die Trachealknorpel sind im Innern verknöchert. Die Muskeln des membranösen Teils setzen sich an die äußere Fläche der Trachea an, ziemlich weit von den Enden der Knorpel. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

In Fig. 275 ist das Verhalten des Trachealmuskels und der sich überlagernden Enden der Knorpelringe beim Dachs zur Darstellung gebracht.

/ An der Grenze zwischen Mucosa und Submucosa findet man sehr zahlreiche, größere Gefäße, welche untereinander anastomosieren und zwei Kapillarnetze abgeben, die die Drüsen und die innere Faserschicht versorgen. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

Marder: / Beim Marder finden sich ähnliche Verhältnisse, wie bei der Katze (siehe dort), nur ist hier die Falte lange nicht so umfangreich und die Knorpel legen sich nicht in dem Maße übereinander wie bei der Katze. / (DERBE *92.*)

Mustela vulgaris, Wiesel: / Die äußere Faserschicht ist stark, grobfaserig nur im membranösen Teil dünn und zartfaserig. Die Submucosa besteht aus lockeren Bindegewebszügen. Die innere Faserschicht zeigt elastische Längsfasern eingeschlossen in ein bindegewebiges Netzwerk, und hie und da lymphoide Zellen. Es findet sich geschichtetes Flimmerepithel (0,025 mm hoch), bestehend aus pyramidalen Flimmerzellen und darunter liegenden polyedrischen Zellen; Becherzellen und Körnchenkugeln kommen vor.

Die Drüsen bilden meist einen Halbring, der den vorderen Teil der Trachea einnimmt. Über den Knorpeln fehlen die Drüsen häufig und im membranösen Teil immer. Die Ausführgänge sind kurz und gerade. Der abgeplattete Drüsenkörper liegt nie in der äußeren Faserschicht, sondern im äußeren Teil der inneren Faserschicht, sowie in der Submucosa. Das Gewebe, in welches die Drüsen eingelagert sind, enthält viel lymphoide Zellen. Der Ausführgang trägt niedriges prismatisches Epithel. Eine dünne Membrana basilaris mit Kernen ist vorhanden.

Die Drüsenschläuche zeigen 2 Arten von Zellen: 1. pyramidale Form mit fein granuliertem Protoplasma und kleinem, der Basalmembran naheliegendem Kern. Diese Zellen liegen meist mehrere beieinander zwischen den Zellen der zweiten Art; 2. größere Zellen von kugeliger Gestalt, mit grobkörnigem Protoplasma, welches sich durch Karmin fast gar nicht färbt und großem, eigentümlich glänzendem, rundlichem Kern mit 1 oder 2 rundlichen, sehr scharf doppelt konturierten Körperchen; 3. Übergangsformen zwischen 1. und 2. Die Form 2 hält FRANKENHÄUSER für alte Zellen, welche, indem sie ihre Sekretionsaufgabe erfüllen, ausgestoßen werden.

Die Muskulatur des membranösen Teils (0,17 mm dick) setzt sich an der äußeren Fläche der Knorpel an, jedoch ziemlich weit von

deren Enden, so daß sie etwa ein Drittel des Umfanges der Trachea umfaßt.

In den Interstitien zwischen den Knorpeln finden sich noch ebenfalls querverlaufende Bündel glatter Muskelfasern. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

Hyaena crocuta: / Die Trachea besitzt 49 Knorpelringe (nach MECKEL 53), Hyaena striata nach MECKEL 47, nach REIMANN und WOLFF 36, Proteles nach FLOWER 36. / (WATSON and YOUNG *79.*)

Katze, Felis domestica: / Die Dicke der Tracheawandung (siehe Figur 276) an der fixierten Trachea einer erwachsenen Katze beträgt 0,7 mm. Die äußere fibröse Schicht mit den Knorpeln überzieht die querverlaufenden Muskelbündel des membranösen Teils. Sie besteht aus längs- und querverlaufenden Bindegewebszügen mit elastischen Fasern und Fettzellen. Die Mucosa ist 0,12 mm dick und besteht aus dem Epithel und der inneren Faserschicht.

Submucosa und äußerer Teil der inneren Faserschicht bestehen aus derben Bindegewebszügen und elastischen Fasern. Der innere Teil der inneren Faserschicht besteht aus einem zarten bindegewebigen Netzwerk, in welches längsverlaufende elastische Fasern und Rundzellen eingelagert sind. Letztere sind unter der Basilarmembran regelmäßiger in dem dort befindlichen Maschennetz angeordnet, bilden aber keine stärkeren Anhäufungen (gegen DOLKOWSKI *75*), nach dem die Tracheobronchialschleimhaut der Katze vollständig das Bild des retikulären Bindegewebes bietet.) / (FRANKENHÄUSER *79.*)

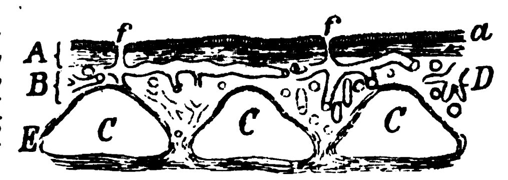


Fig. 276. **Trachea der Katze.** Aus einem Längsschnitt. *A* Mucosa, *B* Submucosa, *C* Knorpel, *D* Drüsen, *E* äußere Faserschicht, *a* Flimmerepithel, *f* Ausführgang. Vergrößerung 80fach, reduz. auf 4/5. (Nach FRANKENHÄUSER *79.*)

/ Die Trachealschleimhaut der Katze ist durch eine reichlich Fettgewebe führende Submucosa nur mit den elastischen Zwischenknorpelbändern und mit der elastischen Faserhaut am dorsalen Abschluß des Trachealrohres verbunden, während an den Innenwänden der knorpeligen Teile der Luftröhre die Mucosa mit ihren bindegewebigen Fasern, welche sehr flache Lücken zwischen sich lassen, direkt in das Perichondrium übergeht. Die Grundlage der Schleimhaut bildet ein faseriges Bindegewebsgerüst. Die Schleimhaut (siehe Fig. 277) zerfällt in die epitheliale Schicht, das kleinmaschige subepitheliale Bindegewebe, die elastische Faserschicht, die mittlere bindegewebige Schicht, deren Maschen an Größe zwischen denen der oberen und unteren Bindegewebsschicht stehen und endlich die tiefste Schicht des großmaschigen Bindegewebes.

Die elastische Faserschicht ist nicht im ganzen Umfange der Trachea gleichmäßig gut entwickelt, sondern nur ventralwärts und in den seitlichen Partien, gegen den Dorsalteil der Luftröhre werden die Fasern in der Schleimhaut allmählich spärlicher und fehlen stellenweise ganz. / (SCHNITZLER *93.*)

/ Elastische Fasern: Ein dichtes Längsbündel verläuft unter dem Epithel, nach außen folgt ein gut entwickeltes Netz, welches die Drüsen umgibt; nahe der Knorpelinnenfläche verlaufen einzelne Fasern ringförmig oder mehr oder weniger schräg.

Hinten folgt auf die glatte Muskelfaserschicht eine Schicht Bindegewebes, welches Drüsen und elastische Fasern enthält, und mehr nach

außen sehr dicht in Verbindung mit einem dichten elastischen Netz steht, welches sich auf die Außenfläche des Knorpels fortsetzt. Am Ende der Ringe finden sich zwei, drei oder vier deutliche Bündel elastischer Fasern, welche mehr oder weniger schräg gegen innen verlaufen und sich in zahlreiche dünne Fasern auflösen, von denen sich einige in den Muskelbündeln verlieren, während andere sie durchqueren und bis zu dem Bindegewebe gelangen, auf dem das Epithel ruht. Diese Fasern endigen jedoch nicht an der Innenfläche des Knorpels, sondern, und dies ist interessant, es dringen zahlreiche dicke Fasern in das Innere des Knorpels selbst ein, mehr oder weniger schräg von innen nach außen verlaufend und einige durchqueren die ganze Dicke des Knorpelringes. / (LIVINI *96.*)

■ . . / Das Epithel besteht aus flimmertragenden, ferner aus zylindrischen und unter diesen liegenden polyedrischen Zellen. Die Flimmerzellen haben keine zylindrische, sondern pyramidale Form. Becherzellen sind sehr häufig; man findet auch leere Becher. Dann sieht man auch Zellen, die sehr schmal sind (zusammengedrückt) und einen stäbchenförmigen dünnen wandständigen Kern enthalten. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

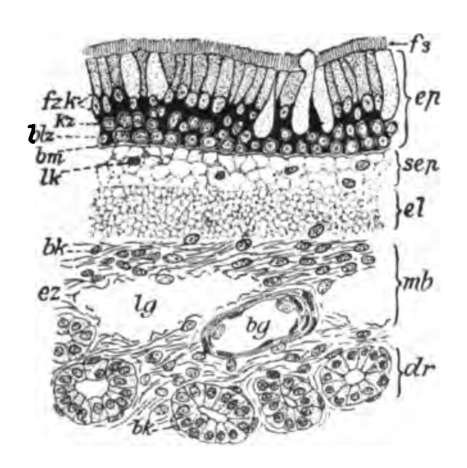


Fig. 277. **Trachealschleimhaut der erwachsenen Katze.** Zwei Stunden in Silbernitratlösung (1 : 300) im Dunkeln. 15 Minuten in verdünnter Essigsäure, sukzessive Alkoholhärtung. Querschnitt durch die Trachea. Die Basalmembran *bm* zeigt doppelte Konturen; die dunklen Verdickungen in ihrem oberen Kontur sind die Enden der Epithelfortsätze. Zwischen elastischer (*el*) und Drüsenschicht (*dr*) finden sich Durchschnitte von Lymph- und Blutgefäßen (*lg* und *bg*). *ep* Epithel mit Becherzellen, *fzk* Flimmerzellkern, *fs* Flimmersaum, *sep* subepitheliale Bindegewebsschicht, *mb* mittlere bindegewebige Schicht, *bk* Bindegewebskern, *kz* Keilzelle, *blz* Basalzelle, *lk* Leukocyt, *ez* Endothelzelle. (Nach SCHNITZLER *93.*)

/ Das Trachealepithel der Katze ist dreizeilig, indem, gemäß den drei Hauptformen der Epithelzellen, den Basal-, Keil- und Flimmerzellen, drei Kernzeilen im Epithel übereinandergelagert sind. Die Becherzellen, die vierte Zellform, stehen zerstreut zwischen den übrigen Epithelzellen.

Sämtliche Epithelzellen entwickeln sich aus den Basalzellen, welche ihrerseits durch indirekte Kernteilung sich vermehren und durch die Keilzellform hindurch zu Flimmerzellen werden, wobei alle Epithelzellen mit der Basalmembran in Verbindung bleiben.

Die Becherzellen sind keine spezifischen Gebilde, sondern entstehen ebenfalls aus den Basalzellen und sind als Sekretionsorgane so lange in Tätigkeit, bis ihr Kern dem allgemeinen Gesetz zufolge im Epithel zur Flimmerzellkernreihe vorgerückt ist, worauf er sich ebenfalls zur Flimmerzelle auswächst.

Die älteren Flimmerzellen werden ausgestoßen und durch Nachschub von unten ersetzt. / (SCHNITZLER *93.*)

/ Bei Felis domestica Linn. zeigt die Trachea ein zusammengesetztes flimmerndes Zylinderepithel, zahlreiche Becherzellen bilden Gruppen von 2, 3, 4 und mehr. Die tiefer gelegenen sind größer und kugelig. / (LIVINI *96.*)

/ Bei jungen Katzen sitzt das Epithel überall auf einer deutlichen elastischen Grenzlamelle (Membrana propria), nur innerhalb der Wände der Spalte ist dieselbe nicht klar zu sehen und vielfach überhaupt nicht nachweisbar, so daß man die Zellen der untersten Epithellagen in direkter Berührung mit den Rundzellen der Mucosa findet. Die Mucosa besteht in der ganzen Ausdehnung der Trachea aus adenoidem Gewebe, in dem die Zellen stark überwiegen. Muskulatur findet sich nur an dem hinteren dorsalen Teile der Trachea, sie setzt sich an die Knorpel rechts und links seitlich an und zwar beiderseits ein weites Stück von den freien Enden. / (DERBE *92*.)

Über das Vorkommen von geschichtetem Pflasterepithel in der Trachea der Katze siehe oben p. 532 ff.

/ Eine Basalmembran als selbständige Zwischenschicht existiert bei der Katze in der Trachea nicht, sondern kommt nur dadurch zustande, daß die an das Epithel grenzenden, feinen, bindegewebigen Wände der subepithelialen Maschenräume mittelst Kittsubstanz mit den Zellmembranen der Basalzellen verlötet sind. / (SCHNITZLER *93*.)

/ Dem Epithel folgt eine Bindegewebsschicht mit einigen lymphoiden Elementen. / (LIVINI *96*.)

/ Die Drüsen liegen bei der Katze, in deren Trachea Schleimdrüsen sehr zahlreich sind, in der Mucosa und Submucosa, selten in der äußeren Faserschicht. Stärkere Anhäufungen finden sich in der vorderen Wand der Trachea und dann in der hinteren Wand über den Enden der Trachealknorpel. Die Ausführgänge verengen sich beim Durchgang durch die elastische Faserschicht und zeigten unter dieser häufig eine ampullenartige Erweiterung. Das Epithel der Schleimhaut geht in den Ausführgang über, wobei das Flimmerepithel, rasch kleiner werdend, verschwindet und nur die untere Schicht des Epithels die polyedrischen Zellen sich in den Ausführgang fortsetzen. Das Epithel des Ausführganges ist einfach niedrig zylindrisch (richtiger prismatisch).

Die Drüsenzellen haben häufig Fortsätze, die unter die Nachbarzellen reichen. Der Kern hat meist ein Kernkörperchen. / (FRANKENHÄUSER *79*.)

/ Die Drüsen der Trachea bei der Katze sind sehr zahlreich und zahlreicher zwischen den Knorpeln. / (STIRLING *83b*.)

/ Die Drüsenzellen sind in der Trachea der Katze die modifizierten Basalzellen des Flimmerepithels und entwickeln sich mittelst eines grobkörnigen Zwischenstadiums zu den den Becherzellen im Epithel analogen, sogenannten sekretgefüllten Drüsenzellen. SCHNITZLER hält also die beiden Zellarten der Drüsen (seröse und Schleimzellen) für die Hauptstadien in der Metamorphose ein und derselben Zellart. / (SCHNITZLER *93*.)

/ Die Drüsen sind in den interanulären Segmenten größer und zahlreicher als über den Ringen.

Die Drüsen zeigen zweierlei Zellen, die einen sind niedrig mit basal gelegenem rundem Kern, die anderen höher mit granuliertem Protoplasma, mit rundem oder länglichem Kern, oft am proximalen Ende der Zelle gelegen.

Färbung nach HOYER zeigt eine Anzahl von Schleimzellen, sowohl im Drüsenkörper wie im Ausführgang. Fixierung nach FLEMMING und Safraninfärbung zeigt einzelne Mitosen stets in den Drüsen, dagegen keine im Oberflächenepithel. / (LIVINI *96*.)

Die Angaben von Frau FUCHS-WOLFRING *98* über die Drüsen der Trachea der Katze siehe oben p. 364 f.

/ Die Basalmembran der Drüsenschläuche ist sehr zart und enthält kleine platte Kerne, die in der Flächenansicht in spindel- oder sternförmige Gebilde eingeschlossen erscheinen.

Die Trachealknorpel bestehen aus hyalinem Knorpel. Im Knorpel sind die Zellen der Rindenschicht abgeplattet und liegen mit der breiten Fläche der Oberfläche des Knorpels parallel, die inneren Zellen sind rundlich und in vertikal zur Oberfläche stehenden Reihen angeordnet.

Die Muskelschicht in der Pars membranacea ist 0,12 mm dick. Die Bündel der glatten Muskelfasern gehen in dünne Sehnen über, die sich an der äußeren Seite der Trachealknorpel, ziemlich nahe ihren freien Enden, sowie in der äußeren fibrösen Schicht inserieren und im membranösen Teil eine in der Längsausdehnung kontinuierliche Schicht bilden. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

/ Der Trachealmuskel besteht bei der Katze aus Querfasern und ist außenständig. Er findet sich auch zwischen den Knorpeln und ist an den oberen und unteren Rändern der benachbarten Knorpel angeheftet. Die Fasern hängen sehr fest am Perichondrium. Bindegewebssepta umhüllen die Muskelbündel. Die Knorpelenden greifen übereinander, Ganglien sind zahlreich. / (STIRLING *83b.*)

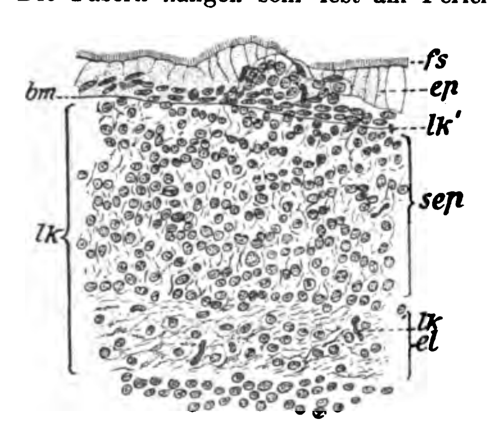


Fig. 278. **Trachealschleimhaut der erwachsenen Katze.** Sukzessive Härtung in Alkohol. Querschnitt durch die Trachea. Leukocytenansammlung unter dem Epithel und ein abgesacktes Leukocytenkonglomerat in der Epithelschicht *ep*. Sowohl Basalmembran *bm*, wie elastische Schicht *el* sind deutlich erkennbar. *fs* Flimmersaum, *sep* subepithelialeBindegewebsschicht, *lk* Leukocyten. (Nach SCHNITZLER *93.*)

/ Bei der Katze ist die Anordnung umgekehrt wie beim Igel, der Trachealmuskel inseriert bei der Katze außen. Diese Anordnung gibt, wie STIRLING hervorhebt, der Tätigkeit des Muskels große Kraft. Drüsen liegen zwischen Knorpel und Schleimhaut. / (GUIEYSSE *98.*)

/ Die Gefäße durchbohren in der Katzentrachea die Pars membranacea und geben Äste ab, die teils in der Submucosa und in den tiefen Schichten der Mucosa ein Kapillarnetz um die Drüsenröhren bilden, teils mit den Ausführgängen in die oberen Lagen der inneren fibrösen Schicht eindringen und hier gleich unter dem Epithel ein feines Kapillarnetz bilden. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

/ Die Wurzeln des Lymphgefäßsystems in der Trachealschleimhaut der Katze sind die am oberflächlichsten gelegenen, großen Lymphräume zwischen elastischer und Drüsenschicht.

Den Zusammenhang zwischen ihnen und den Blutkapillaren vermitteln alle bindegewebigen Maschenräume der Mucosa als Träger der Gewebsflüssigkeit.

Die vereinzelten Leukocyten wandern normalerweise aus den Gefäßen der Schleimhaut durch die Epithelschicht, um im Trachealsekret die Schleimkörperchen zu bilden. Denselben Vorgang in intensiver Weise stellen die Leukocytenansammlungen (siehe Fig. 278) in der Schleimhaut

dar; nur bilden diese zugleich die Entstehungsherde für neue Leukocyten. / (Schnitzler *93.*)

/ Kandarazki beschreibt Nervenknoten auf der hinteren Fläche des membranösen Teiles der Trachea und auf den Bronchien bei der Katze. / (Kandarazki *81.*)

Insectivora.

Erinaceus europaeus, Igel. / Die äußere Faserschicht schließt die Knorpel ein, nicht aber die Muskulatur des membranösen Teils. Eine Submucosa ist vorhanden. Die Mucosa enthält fast gar keine lymphoiden Elemente. / (Frankenhäuser *79.*)

/ Die unter dem Epithel gelegene Bindegewebsschicht zeigt elastische Fasern in derselben Anordnung wie beim Meerschweinchen (siehe dort).

Auf die Muskulatur folgt eine Bindegewebsschicht mit einigen Drüsen und einigen elastischen Längsfasern, mehr ringförmigen, besonders nahe der Muskulatur. Auch hier dringen isolierte Fasern ins Innere des Knorpels ein. Mastzellen sind häufig, besonders hinten und in den interanulären Segmenten. / (Livini *96.*)

/ Das Flimmerepithel ist 0,027 mm hoch, Frankenhäuser bezeichnet es als geschichtet. / (Frankenhäuser *79.*)

Fig. 279. **Trachea vom Igel, Erinaceus europaeus.** Querschnitt. *T* Tracheallumen, *Kn* Knorpel, *Muc* Mucosa, *M* Trachealmuskel, *Dr* Drüsen. Vergr. 11fach, reduziert auf $^3/_4$.

/ Das Trachealepithel beim Igel ist ein an schleimhaltigen Zellen reiches flimmerndes Zylinderepithel. / (Livini *96.*)

/ Schleimdrüsen sind nicht zahlreich, sie finden sich im membranösen Teil und diesem gegenüber in den Interstitien der Knorpel. Im membranösen Teil liegen sie teils vor, teils in der Muskulatur, sowie auch hinter derselben, in der vorderen Wand nur in der Submucosa. Es sind zusammengesetzte verästelte tubulöse Drüsen. Das Epithel des Ganges ist niedrig polyedrisch. Die Drüsenschläuche werden ausgekleidet von kleinen polyedrischen Zellen, deren Protoplasma grobkörnig erscheint und einen kleinen runden Kern einschließt. / (Frankenhäuser *79.*)

/ Die spärlichen und kleinen Drüsen nehmen nur die interanulären Segmente ein. / (Livini *96.*)

/ Die Knorpel enthalten sehr viele und sehr große Zellen, welche keine regelmäßige Anordnung haben.

Die Muskulatur liegt vor der äußeren Faserschicht und inseriert sich an der inneren Seite der Trachea, ziemlich weit von den Enden der Knorpel. / (Frankenhäuser *79.*)

/ Die glatte Muskulatur setzt sich innen am Knorpel an. / (Livini *96.*)

/ Beim Igel ist die Insertion des Trachealmuskels intern und fern von den Knorpelenden, die beiden freien Knorpelhörner berühren sich fast mit ihren Enden. Das Ganze bildet ein Dreieck, dessen Basis der Muskel ist. Der Muskel besitzt außer der Hauptmasse von Querbündeln auch schräg und vertikal verlaufende dünne Bündel. Das Transversalbündel durchbrechen wenig zahlreiche Drüsenausführgänge. / (Guieysse *98.*)

Meine Figur 279 zeigt die innenständige Insertion des Trachealmuskels, kann also zur Bestätigung und Illustration der Angaben von

FRANKENHÄUSER, LIVINI und GUIEYSSE dienen. Auch die von FRANKENHÄUSER erwähnten Drüsen hinter dem Muskel im membranösen Teil finde ich häufig, was ich besonders erwähne, weil solche an der gezeichneten Stelle gerade nicht vorhanden waren.

/Gefäße treten durch den membranösen Teil und geben zwei Kapillarnetze ab, welche mit polygonalen Maschen die Drüsen und die Mucosa versorgen.

Die im membranösen Teil sehr reichlich vorhandenen Nerven sind von sehr zahlreichen Ganglienhaufen durchsetzt. Ganglienhaufen finden sich meist in der äußeren Faserschicht, bisweilen jedoch auch in der Muskulatur des membranösen Teils und zwischen den Drüsenschläuchen.

Talpa europaea, Maulwurf: Die innere Faserschicht ist im äußeren Teil hauptsächlich aus bindegewebigen, querverlaufenden Faserbündeln zusammengesetzt, sie enthält im inneren Teil vorherrschend längsverlaufende, elastische Fasern und einzelne lymphoide Zellen. Die Basalmembran ist dünn und homogen.

.Das Epithel ist geschichtetes Flimmerepithel, 0,018 mm hoch.

Schleimdrüsen liegen reichlich im membranösen Teil und diesem gegenüber in der vorderen Wand der Trachea zwischen den Knorpeln, nicht über den Knorpeln. Im membranösen Teil liegt der Drüsenkörper in der äußeren Faserschicht. Die Ausführgänge sind schräg, häufig geschlängelt, sie münden trichterförmig erweitert. Die Basalmembran des Ganges enthält spindelförmige Kerne. Der Gang hat niedriges, zylindrisches oder prismatisches Epithel, dasselbe beginnt ziemlich plötzlich an der Mündung des Ganges. Die Drüsenschläuche sind ausgekleidet von polyedrischen Zellen, deren Protoplasma meist stark granuliert erscheint, jedoch an anderen Stellen mehr homogen und hell aussieht.

Die querverlaufenden Bündel glatter Muskelfasern des membranösen Teils (0,045 mm dick) setzen sich an der inneren Fläche der Knorpel, ziemlich nahe deren Ende an. Nach außen von dieser muskulären Querschicht finden sich noch dünne, längsverlaufende Bündel von glatten Muskelfasern, die sich in der äußeren Faserschicht inserieren./ (FRANKENHÄUSER *79*.)

Auch ich finde den Trachealmuskel beim Maulwurf innenständig.

Chiroptera.

/Alle Knorpelringe der Trachea bei Rhinolophus, Phyllorhina, Nycteris, Plecotus, Synotus, Miniopterus, Noctilio und Rhinopoma sind vollständig (auch bei einigen Carnivoren, Enhydra, Phoca und Halichoerus)./ (LECHE in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, 5, 1.)

Vespertilio murinus, Fledermaus: /Die innere Faserschicht enthält eine sehr dünne Lage von zarten, elastischen Längsfasern und sehr wenig lymphoide Zellen.

Das Epithel ist 0,01 mm hoch, besteht aus pyramidalen Flimmerzellen und einzelnen kleinen polyedrischen Zellen. Die Basalmembran ist zart.

Schleimdrüsen sind bei Vespertilio murinus reichlich und nehmen den vorderen Teil der Trachea ein, auch in den seitlichen Teilen findet man bisweilen Drüsen, dagegen fehlen dieselben vollständig dem membranösen Teil. Es sind verästelt röhrenförmige Drüsen.

Die Ausführgänge sind kurz, aber ziemlich weit, sie münden mit leicht trichterförmig erweiterter Öffnung. Eine Basalmembran ist vorhanden für Mucosa und Drüse. Der Gang trägt prismatisches Epithel.

Die Drüsenschläuche kleiden aus: 1. polyedrische, unregelmäßig pyramidale Zellen mit grobkörnigem Protoplasma, welches sich nicht durch Karmin färbt; 2. zwischen diesen größere rundliche Zellen mit homogenem Protoplasma.

Die glatten Muskelfaserbündel des membranösen Teils setzen sich an die Enden der Knorpelringe an. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

Ich kann letztere Angabe FRANKENHÄUSERS an zwei von mir untersuchten Exemplaren von Vespertilio murinus bestätigen. Doch scheinen sich die Chiropteren darin untereinander wesentlich zu unterscheiden, da ich bei Plecotus auritus (siehe unten) den Trachealmuskel innenständig fand.

/ In dem Verlauf der Nerven, sowohl der Trachea als auch der Bronchien, findet man bei Vespertilio murinus sehr häufig kleine Ganglienzellen eingelagert. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

/ Bei **Vesperugo Kuhli** Natt. und **Plecotus auritus** Linn. zeigt das flimmernde zweischichtige Zylinderepithel der Trachea eingelagerte schleimhaltige Zellen. Im Bindegewebe liegt nahe dem Epithel eine dünne Schicht elastischer Längsfasern, nach außen finden sich spärliche längs, zirkulär und schräg verlaufende Fasern.

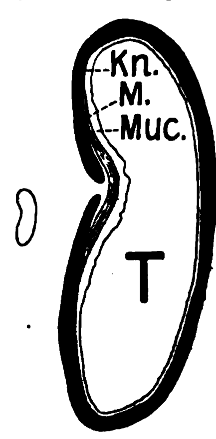


Fig. 280. **Trachea von Plecotus auritus.** Querschnitt. *T* Tracheallumen, *Muc* Mucosa, *M* Trachealmuskel, *Kn* Knorpel. Vergr. 70fach, reduziert auf 3/4. Der kleine Kontur zur Linken der Figur zeigt an, wie groß der Querschnitt bei der für die Figuren 261, 263, 264, 265, 267, 269, 271, 272, 275, 279 gewählten 11fachen (Reduktion auf 3/4) Vergrößerung erscheinen würde.

Knorpel und die zwischen denselben liegenden elastischen Fasern zeigen ähnliche Verhältnisse, wie bei den Vögeln (Zusammenhang mit der Flugtätigkeit). Drüsen sind sehr spärlich. Bei einem Tier (Serie) wurde nur eine einzige Drüsengruppe in der hinteren Wand gefunden. Mastzellen sind zahlreich. / (LIVINI *96.*)

Fig. 280 zeigt den innenständigen Trachealmuskel von Plecotus auritus.

Primates.

EHLERS *81* beschreibt die Trachea von Gorilla und Chimpanse makroskopisch.

/ Bei den untersuchten Affen (Guenon Patas, ferner einem Cynocephalus und einem Lemuriden) sind die Knorpel nur durch eine dünne Bindegewebsschicht getrennt. Der Trachealmuskel inseriert innen, er ist sehr lang; er nimmt ungefähr das hintere Drittel der Trachea ein. Auf der äußeren Seite finden sich einige schräge Fasern, Drüsen fehlen. / (GUIEYSSE *98.*)

Mensch.

Über die makroskopische Anatomie der menschlichen Trachea orientiere man sich zunächst in den Lehrbüchern der menschlichen Anatomie, so z. B. bei SAPPEY *89*, p. 399 ff, ZUCKERKANDL *98*, MERKEL *02*, p. 63 ff.

Schichten. / Die Trachea besteht von innen nach außen aus folgenden Schichten:

1. Eine sehr dünne Schleimhaut;
2. eine Schicht elastischer Längsfasern. Diese Fasern sind nicht vollständig parallel, sondern etwas netzförmig oder verflochten, wie es die Längsfasern der Arterien sind. Die Fasern sind reichlich entlang dem membranösen Teil der Trachea, sie erstrecken sich auch ein wenig auf die Ränder des knorpeligen Teils, wo sie indessen seltener und weniger regelmäßig verteilt sind. Sie kommen oben vom oberen Rand der Cartilago cricoidea und von der Basis der arytaenoidea;
3. einer viele Gefäße enthaltenden Zellgewebsschicht, welche die elastische Schicht von der Muskelschicht trennt, deren querverlaufende Fasern am membranösen Teil sehr stark sind und sich zum Teil auf die Ränder des knorpeligen Teils erstrecken;
4. dann folgt eine dicke Schicht von Schleimdrüsen, welche eine wahre Hülle der ganzen Trachea bildet und sich selbst in die Interstitien der Knorpelringe versenkt;
5. die Knorpelringe werden durch eine weiße, zellige, ziemlich dichte Tunica verbunden, welche sich nahe dem Knorpelrand verdoppelt, um die Knorpel zwischen ihre beiden Blätter einzuschließen und für dieselben eine Scheide zu bilden, welche die Stelle eines Perichondriums einnimmt. Diese zellige Hülle setzt sich auch auf die äußere Partie des membranösen Teils fort, wo sie die äußerste und sehr vollständige Schicht der Trachea bildet. / (LAUTH *35.*)

/ Die Luftröhre besitzt außen eine Faserhaut, welche auch feines elastisches Gewebe in Menge enthält und mit den umgebenden Teilen durch ein lockeres, an elastischen Fasern reiches Bindegewebe in Verbindung steht.

Auf diese Lage folgen vorn und seitlich die Knorpel, hinten eine Lage glatter Muskeln. Nach innen von den Knorpeln und Muskeln folgt eine Lage gewöhnlichen straffen Bindegewebes und dann die eigentliche Schleimhaut. Diese hat zwei Schichten, eine äußere bindegewebige, mit zahlreichen eingestreuten Drüsen und eine innere gelbe, fast rein elastische. / (KÖLLIKER *50/54.*)

/ Nach FRANKENHÄUSER besteht die menschliche Trachea (siehe Fig. 281):

1. aus der äußeren Faserhaut, welche das eigentliche Gerüst der Trachea darstellt, der knorpelige Teil beträgt drei Viertel des Umfanges, der membranöse Teil ein Viertel des Umfanges. Im membranösen Teil liegt eine starke transversale Muskelschicht. Nach außen von derselben bemerkt man vereinzelte Bündel von längsverlaufenden glatten Muskelfasern (jedoch nicht regelmäßig);
2. aus der Schleimhaut, zusammengesetzt aus dem bindegewebigen Teil (innere Faserhaut) und dem Epithel. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

/ SCHNITZLER unterscheidet folgende Schichten (genaueres siehe bei Katze) in der Trachea des Menschen:

1. Das Epithel;
2. die breite Basalmembran;
3. kleinmaschiges, subepitheliales Bindegewebe mit adenoidem Charakter;
4. elastische Faserschicht;
5. Bindegewebe mit größeren, aber unregelmäßigen Maschen;

6. das Drüsenlager, welches mit den Knorpelringen durch grobfaseriges Bindegewebe, mit der elastischen Membran der Zwischenknorpelräume und der Hinterwand der Trachea durch eine reichlich Fettgewebe führende Submucosa verbunden ist. / (SCHNITZLER *93.*)

Epithel: / Auf der innersten Lage der Schleimhaut sitzt ein geschichtetes Flimmerepithel, das in nichts von dem des Larynx abweicht. Die Flimmerbewegung geht nach BIERMER beim Menschen in der Trachea von unten nach oben. / (KÖLLIKER *50/54.*)

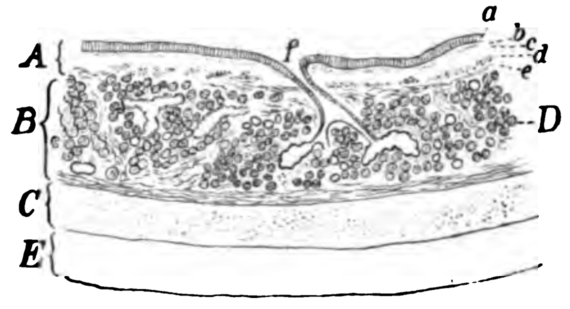


Fig. 281. **Trachea des Menschen.** Stück ein. Querschnittes der vordern Wand. Der oberste Rand d. Knorpelrings ist im Schnitt getroffen. *A* Mucosa, *B* Submucosa, *C* Knorpel, *D* Drüsen, *E* äußere Faserschicht, *a* Flimmerepithel, *b* Basalmembran, *c* Bindegewebsschicht mit lymphoiden Zellen, *d* elastische Längsfaserschicht, *e* Schicht querverlaufender Fasern, *f* Ausführgang. Vergrößerung 40fach, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach FRANKENHÄUSER *79.*)

/ Die Epitheldecke der menschlichen Trachea ist 0,06 – 0,075 mm hoch. / (VERSON *71.*)

/ Das Epithel der menschlichen Trachea ist nach FRANKENHÄUSER zweischichtiges Flimmerepithel. Zwischen den Flimmerzellen finden sich häufig becherförmige Bildungen, ferner schmale, lange, zylindrische Zellen, deren Inhalt ziemlich homogen ist, sich durch Karmin stark färbt und

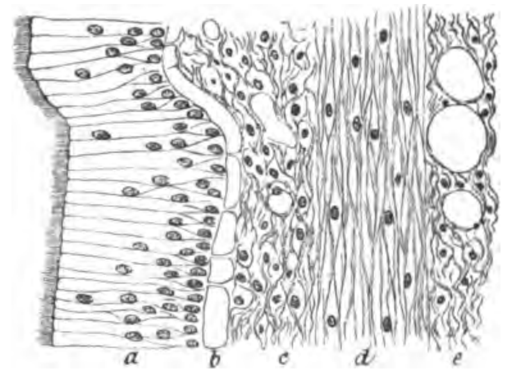


Fig. 282. **Trachea vom Kind.** Längsschnitt durch den innersten Teil der Schleimhaut. *a* Zylinderepithel (KLEIN nennt dasselbe geschichtet); die oberflächlichen konischen Zellen tragen Cilien. *b* Basalmembran, von feinen Vertikalkanälen des darunterliegenden Lymphkanalsystems durchbohrt, *c* der innere, Blutgefäßkapillaren enthaltende Abschnitt der Mucosa, *d* Schicht elastischer, in einem Netzwerk verbundenen. Längsfasern, *e* erster Abschnitt des submukösen Gewebes mit großen Gefäßen. Vergrößerung ungefähr 300fach, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach KLEIN und SMITH *80.*)

die einen ziemlich kleinen, ovalen Kern enthalten. Diese Zellen erscheinen gleichsam von ihren Nachbarzellen zusammengedrückt. Ferner finden sich spindelförmige Zellen, deren Protoplasma und Kern vollständig mit dem der Flimmerzellen übereinstimmt.

Unter den Flimmerzellen bemerkt man eine Reihe von kleinen, unregelmäßig polyedrischen Zellen. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

Fig. 282 zeigt flimmerndes Zylinderepithel aus der Trachea vom Kind nach KLEIN and SMITH *80.*

/ Kölliker beschreibt das Epithel der Tracheobronchialschleimhaut beim Menschen folgendermaßen: In allen größeren Luftwegen ist das Flimmerepithel insofern geschichtet, als dasselbe aus mehrfachen Zellenlagen besteht, von denen nicht alle die ganze Dicke des Epithels durchlaufen. Und zwar gilt dies, ohne Ausnahme, von den unmittelbar auf der Mucosa aufsitzenden Elementen, den sogenannten Basalzellen (unten gezähnelt). Die zweite Lage oder die Ersatzzellen (spindelförmig) erreichen meistens die Mucosa und können auch bis an die freie Fläche des Epithels herangehen, doch ist das Gegenteil die Regel. Die dritte Art von Zellen bildet die innerste Lage und reicht sicherlich in der großen Mehrzahl der Fälle auch bis zur Mucosa herab. Dieselbe besteht aus den Flimmer- und aus den Becherzellen. Die freie Endfläche der Flimmerzellen besitzt einen deutlichen Saum.

Die Becherzellen sieht Kölliker als besondere Absonderungszellen an. Die Becherzellen werden in Müllerscher Flüssigkeit feinkörnig, aber blaß, mit Höllensteinlösung behandelte führen, wenn das Reagens nur

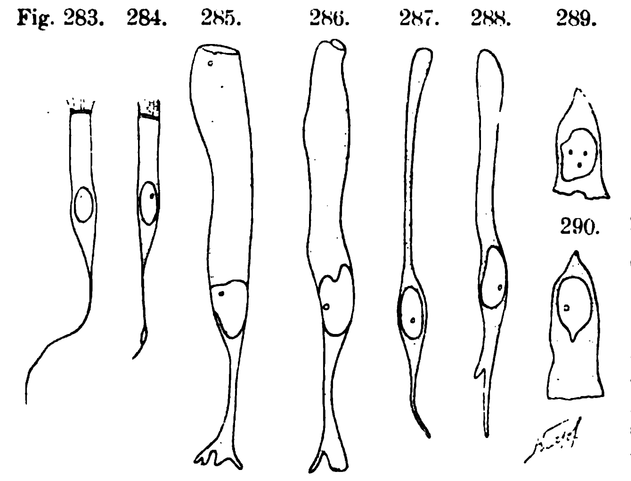


Fig. 283—290. **Zellen aus d. Trachealschleimhaut des erwachsenen Menschen.** Isoliert mit verdünnter Müllerscher Flüssigkeit. Fig. 283—284 Flimmerzellen, Ver. Obj. 6, Okul. 3 (ausgez. Tub.), reduziert auf $^9/_{10}$. Fig. 285—286 Becherzellen, Ver. Obj. 8, Okul. 3 (ausgez. Tub.), reduziert auf $^9/_{10}$. Fig. 287—288 Zwischenzellen, Fig. 289—290 Basalzellen. Aus den zahlreichen in der Originaltafel dargestellten Formen sind nur einige als Beispiele hier wiedergegeben. (Nach Waller u. Björkman *82*.)

mäßig eingewirkt hat, einen ganz klaren Inhalt, bei stärkerer Einwirkung des Silbersalzes bräunen sie sich nicht so stark wie die anderen Elemente.

Die Becherzellen münden mit einer rundlichen Öffnung frei zwischen den Flimmerzellen aus. / (Kölliker *81*.)

/ Die Kerne des Trachealepithels beim Menschen sind in zwei deutlich hervortretenden Schichten angeordnet. Wenn man sich bei der Bestimmung der Schichtenanordnung von der verschiedenen Höhe der Zellen leiten läßt, so wäre das Epithel als zweischichtig anzusehen; wenn aber alle von einer und derselben Basalebene ausgehenden Zellen, ohne Berücksichtigung ihrer verschiedenen Höhe, zu einer und derselben Schicht gehören, dann würde das fragliche Epithel eher als einschichtig zu betrachten sein. Doch erreichen einige der Zellen zwar die freie Oberfläche, nicht aber die Basalmembran, andere hingegen die Basalmembran, aber nicht die freie Oberfläche, während endlich noch ein dritter Teil sich weder bis zur Oberfläche noch zu der Basalmembran erstreckt, sondern vollständig von den angrenzenden Zellen umschlossen zu sein scheint. Doch bilden letztere keine besondere Schicht.

Waller und Björkman unterscheiden im Trachealepithel des Menschen vier Zellformen: Flimmerzellen, Becherzellen, Zwischenzellen, Basalzellen und beschreiben diese verschiedenen Formen eingehend (siehe Fig. 283—290).

Die Becherzellen tragen oft einen Randbesatz von feinen flimmerähnlichen Haaren (p. 87), es sind offenbar Übergangsstadien von Flimmerzellen in Becherzellen.

Neben der in Fig. 287 und 288 abgebildeten Form von Zwischenzellen beschreiben Waller und Björkman eine weitere Untergruppe, deren Zellen besonders durch den Reichtum ihrer stark ausgebildeten unteren Teile der Fortsätze, ferner durch die lange, stets mit cuticulaartiger Endplatte versehene, halsähnliche Fortsetzung nach obenhin sowie durch die kolbenförmige Anschwellung der unteren Enden der Fortsätze charakterisiert sind. / (Waller und Björkman *82*.)

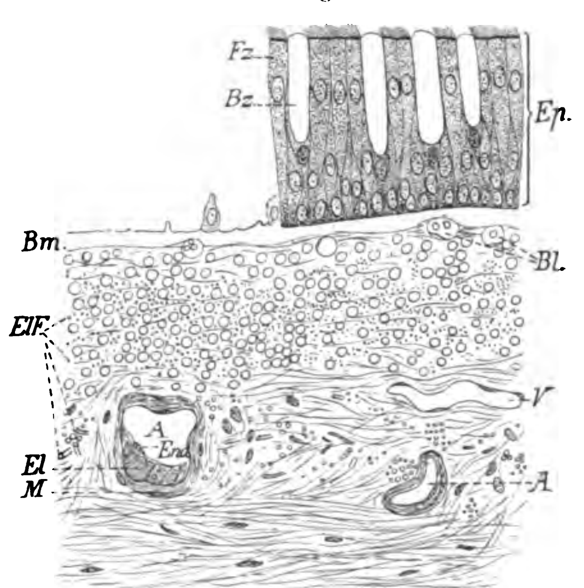


Fig. 291. **Trachea vom Menschen.** Teil eines Querschnittes. Müllersche Flüssigkeit, Alkohol, Celloidindurchtränkung, Lithionkarmin, Pikrinsäure. *A* Arterie, *Bl* Kapillaren, *Bm* Basalmembran, *Bz* Becherzelle, *Fz* Flimmerzelle, *El* elastische Haut der Arterie, *ElF* elastische Fasern, *End* Endothel der Arterie, *Ep* Epithel, *M* Muskelhaut der Arterie, *V* Vene. Vergröß. 388fach, reduziert auf $^{9}/_{10}$. (Nach Behrens, Kossel u. Schiefferdecker *91*.)

/ Das Flimmerepithel der Luftröhre nennt Toldt geschichtet, die Dicke desselben beträgt 60—65 μ. Die Richtung der Flimmerbewegung geht hier sowie im Kehlkopf nach der Rachenhöhle hin. Die Ausführgänge der Schleimdrüsen tragen noch eine Strecke weit Flimmerepithel. / (Toldt *88*.)

/ Baraban beschreibt im oberen Teil der Trachea vom gesunden hingerichteten Menschen Züge oder Inseln von geschichtetem Pflasterepithel (vergl. auch oben p. 532 f.), hier und dort zerstreut mitten in einem Feld von geschichtetem Zylinderepithel. Ersteres fehlte im membranösen Teil der Trachea. Im unteren Teil der Trachea fand sich kein geschichtetes Pflasterepithel, sondern geschichtetes Zylinderepithel, dessen oberflächliche Zellen jedoch meistens der Cilien ermangelten. Die Inseln von geschichtetem Pflasterepithel besaßen 8—10 und bisweilen mehr Zellagen; ihre tiefen Schichten unterschieden sich nicht wesentlich von der Umgebung, erst gegen die Mitte der Dicke der Deckschicht begann die Veränderung des Typus, indem polyedrische Zellen mit Riffen erschienen, wie z. B. im Epithel der Mundhöhle. Die sehr abgeplatteten oberflächlichen Zellen besaßen alle einen leicht färbbaren Kern. An der Peripherie der Inseln vollzog sich der Übergang ins Zylinderepithel durch

eine graduelle Modifikation der oberflächlichen Zellen. Im membranösen Teil der Trachea, wo geschichtetes Pflasterepithel nicht vorkam, zeigten viele der Zylinderzellen Cilien, besonders um die Mündungen der Schleimdrüsen./ (BARABAN *90.*)

/Mehrreihiges Flimmerepithel beim Menschen (siehe Fig. 291 und 292) beschreibt SCHIEFFERDECKER im Larynx, der Trachea und den größeren Bronchien. In der Trachea besteht dieses Flimmerepithel einmal aus ausgewachsenen, großen, vom Lumen bis zur Bindegewebsgrenze durchgehenden Zellen, die teils an ihrem freien Ende Wimpern tragen, teils zu Becherzellen umgewandelt und dann oben offen sind. Zwischen diesen liegen dann verschieden lange, protoplasmatische Zellen ohne Wimperbesatz, welche mehr oder weniger weit zwischen jene großen sich hineinschieben. Während diese umgekehrt kegelförmig sind und an ihrem spitzen Fußende häufig sich teilen, sind die kürzeren Zellen mehr spindel- oder keulenförmig und die ganz kleinen tiefstliegenden mehr rundlich oder aufrecht konisch. In der Flächenansicht erscheinen die oberen Enden der ausgewachsenen Flimmerzellen polygonal, ein Mosaik bildend, und dunkel gegenüber den hellen Ausmündungen der Becherzellen, welche letztere sich in sehr verschieden großer Anzahl vorfinden./ (SCHIEFFERDECKER in BEHRENS, KOSSEL und SCHIEFFERDECKER *91.*)

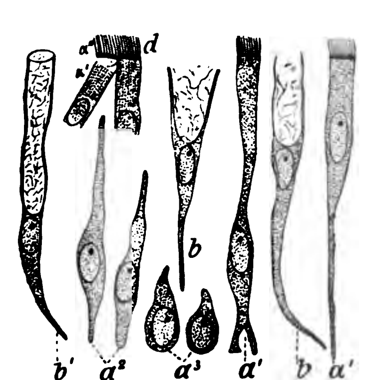


Fig. 292. **Trachealepithel des Menschen,** isoliert in Müllerscher Flüssigkeit. a^1 ausgewachsene Flimmerzelle, a^2 mittellange junge Zellen, a^3 kurze junge Zellen, *b* Becherzellen mit kurzer, *b'* mit langer Theka, ausgeprägtem Netz und deutlichem Öffnungskontur, *d* obere Enden zweier ausgewachsener Flimmerzellen mit Streifenzone, bei *a'* der Zellkörper von *a''*, dem Saum mit Flimmerhärchen abgehoben. Vergrößerung 525fach, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach BEHRENS, KOSSEL und SCHIEFFERDECKER *91.*)

/Die schleimhaltigen Zellen liegen beim Kind im Epithel der Trachea und in den Drüsen in Gruppen von 2, 3, 4 und mehr, in den Drüsen sind die Gruppen zahlreicher. Das in den Zellen nach der Methode von HOYER darstellbare Netz zeigt in seinen Knotenpunkten Granulationen. Viele Zellen zeigen an ihren freien Enden einen intensiv färbbaren Randsaum./ (LIVINI *96.*)

/Das Flimmerepithel kann im häutigen Teile der Luftröhre da und dort Inseln von Pflasterepithel enthalten (DRASCH, BARABAN).

„Nach DEBOVE soll sich unter dem Flimmerepithel der Trachea ein subepitheliales Endothel befinden, was von FRANKENHÄUSER bestätigt wurde. Es handelt sich jedoch hierbei wohl um eine Täuschung, hervorgerufen durch die Fußplatten der Epithelzellen, welche in der Aufsicht an Silberpräparaten wie ein Endothel sich darstellen können." / (v. EBNER *99.*)

Drüsen: /1. Anordnung der menschlichen Trachealdrüsen: Während RHEINER *52b* und SAPPEY *89* u. a. das Vorkommen von Drüsen auf den Knorpelringen leugnen, finden REITZ *67*, VERSON *68*, BOLDYREW *71b*, HEYMANN u. a. spärliche Drüsen auch hier./ (P. HEYMANN *98.*)

/Die Drüsen liegen in der Trachea des Menschen zum größten Teil im membranösen Teil und an dieser Stelle finden sich auch die größten Drüsen./ (CRAMER *47*.)

/In der Trachea nehmen die Drüsen den zwischen den Ringen befindlichen interstitiellen Raum ein, während die konvexe innere Oberfläche der letzteren von der Schleimhaut in dünner, fast ganz drüsenloser Lage überspannt wird./ (RHEINER *52b*.)

/In der Schleimhaut finden sich viele Drüsen und zwar kleinere in der Schleimhaut drinn und unmittelbar nach außen von der elastischen Lage und größere nach außen von den Muskeln und der ganzen Schleimhaut oder zwischen den Knorpeln. Die kleineren finden sich besonders an der vorderen und seitlichen Wand, die größeren mehr an der hinteren Wand, seltener zwischen den Knorpelringen./ (KÖLLIKER *50/54*.)

/Die Drüsen nehmen beim Kinde in der Trachea nicht nur den zwischen den Ringen befindlichen Raum ein, sondern finden sich überall./ (REITZ *67*.)

/Drüsen bilden an den vorderen und seitlichen Partien der Trachea eine zusammenhängende Schicht, auf der hinteren knorpelfreien Fläche liegen sie über, in und hinter der Muskelhaut./ (VERSON *71*.)

/In der Trachea des Menschen fehlen die acinösen Drüsen an den vorderen und den seitlichen Wänden nicht ausnahmslos über der größten Konvexität der Knorpelringe, wie man unter anderen bei HENLE (Eingeweidelehre, Braunschweig 1866, p. 266 und Fig. 197) angegeben findet. Die Drüsen bilden vielmehr meistens, wie VERSON (in STRICKER p. 463) richtig angibt, eine zusammenhängende Schicht über eine ganze Reihe von Knorpelringen hin./ (BOLDYREW *71b*.)

/Die Drüsenmündungen sind am zahlreichsten im hinteren knorpelfreien Teil der Trachea (Membrana transversa) und in den häutigen Zwischenräumen zwischen je zwei Knorpelringen (Lig. interanularia). Die Drüsen fehlen nur auf der höchsten Konvexität der Knorpelringe./ (HENLE *73*.)

/Die Drüsen fehlen auf der nach innen gewölbten Höhe der Knorpelringe häufig./ (W. KRAUSE *76*.)

/Die Schleimdrüsen sind besonders in den Interstitien der Knorpel und im membranösen Teil angehäuft und außerdem bemerkt man noch, daß die Drüsen im vorderen und im unteren Teil der Trachea zahlreicher sind, als in den seitlichen und oberen Teilen der Luftröhre. Im knorpeligen Teil der Trachea liegen die Drüsen in der Submucosa und nur sehr selten verirren sich einzelne Schläuche in die Mucosa. In jedem Knorpelinterstitium findet man gewöhnlich 3—5 übereinanderliegende Reihen von Drüsen. Über den Knorpeln findet man nur selten Drüsen. Im membranösen Teil der Trachea liegen die Drüsen meist hinter der Muskulatur, doch auch in dieser selbst und sogar vor derselben./ (FRANKENHÄUSER *79*.)

/LIVINI findet Drüsen auch entsprechend der stärkeren Konvexität der Ringe, häufig beim Kind, seltener beim Erwachsenen./ (LIVINI *96*.)

/In der Trachea bilden die Drüsen eine zusammenhängende Schicht, welche in den Interstitien der Knorpelringe und an der hinteren Wand sich erheblich verdickt und in die tieferen Schichten der Submucosa vordringt. An der hinteren Wand liegt der Hauptteil der Drüsen meist hinter der Muskelschicht, welch letztere von dem manchmal ziemlich langen Ausführgang durchsetzt wird. Eine kleine flache Partie findet sich vor der Muskellage und einzelne Drüsenlappen auch mitten zwischen den Muskelzügen./ (P. HEYMANN *98*.)

/Die Trachealdrüsen, von demselben Baue wie im Kehlkopfe, sitzen in der vorderen Wand zahlreicher als in der seitlichen in der Submucosa, seltener da und dort auch in der eigentlichen Schleimhaut und die größten, welche einen Durchmesser von 0,6—2 mm erreichen, an der hinteren Wand zum Teile zwischen und hinter den Muskeln. So weit die Knorpelhalbringe reichen, sind die Drüsen kleiner, 0,2—0,6 mm im Durchmesser und über den Knorpeln, wo der Raum am meisten beschränkt ist, am stärksten abgeplattet oder gänzlich fehlend, dagegen in den Zwischenräumen zwischen den Knorpeln gut entwickelt./ (v. EBNER *99.*)

2. Bau der menschlichen Trachealdrüsen: /Daß KÖLLIKER möglicherweise vor Jahren schon die gemischte Natur dieser Drüsen sah, wenn auch nicht erkannte, scheint mir aus folgender Beschreibung hervorzugehen: „Der Bau aller dieser Drüsen ist in Bezug auf die äußere Form ganz der der traubenförmigen einfacheren Drüschen, dagegen weichen dieselben in ihrem Bau etwas ab, insofern als nur die größeren derselben in den Drüsenbläschen das gewöhnliche Pflasterepithelium haben, die kleineren in der Schleimhaut selbst befindlichen dagegen, von denen einige höchst einfach, nur gabelig gespaltene Blindschläuche sind, in ihren 0,02—0,03‴ großen, länglichrunden Drüsenbläschen ein ganz enges Lumen und dicke Wände von 0,006—0,01‴ besitzen, welche sozusagen ganz auf Rechnung eines schönen Zylinderepitheliums kommen.“

Die Ausführgänge der größeren und kleineren Drüsen haben alle Zylinderepithel./ (KÖLLIKER *50/54.*)

/LEYDIG bildet eine Drüse aus der Luftröhrenschleimhaut des Menschen ab./ (LEYDIG *57.*)

/TODD and BOWMAN erklären die Trachealdrüsen des Menschen für tubulös./ (TODD and BOWMAN *66.*)

/TURNER nennt die Trachealdrüsen racemös, mit zylindrischen Schläuchen, welche von Zylinderepithel ausgekleidet sind./ (TURNER *77.*)

/Die Drüsen des knorpeligen Teils haben einen kurzen Ausführgang, welcher, häufig geschlängelt, mit etwas erweiterter Öffnung mündet. Der Verlauf des Ganges ist meist ungeteilt, nur selten findet sich dichotomische Teilung in den tieferen Schleimhautschichten. Es sind verästelte tubulöse Drüsen.

Die Drüsen des membranösen Teils haben einen längeren Ausführgang, sein Verlauf ist meist gerade. Die Weite der Gänge ist im allgemeinen bedeutender als im knorpeligen Teil. Gleich unter der elastischen Längsfaserschicht der Schleimhaut ist der Ausführgang bisweilen stark ampullenartig erweitert. In der Schicht, welche den Drüsenkörper enthält, teilt sich der Ausführgang wiederholt dichotomisch und gibt sehr zahlreiche röhrenförmige, geschlängelt und gewunden verlaufende Drüsenschläuche ab, welche sich weiter verzweigen und den ovalen, rundlichen oder flach kuchenförmigen oder birnförmigen (je nach der Lage) Drüsenkörper bilden. Die Membrana basilaris der Mucosa geht auf die Drüsen über und bildet die dünne Membrana basilaris derselben. In die Gänge der größeren Drüsen setzt sich das geschichtete Flimmerepithel eine ganz kurze Strecke weit fort, die Zellen werden niedriger, und das Epithel besteht in den Ästen des Ausführganges aus ziemlich niedrigen einschichtigen prismatischen Zellen; letzteres Epithel findet sich durchgehend in den Ausführgängen der kleineren Drüsen. Die ampullenartigen Erweiterungen der Ausführgänge haben immer ein geschichtetes Flimmerepithel. Das Epithel der Ausführgänge geht, höher werdend, ohne scharfe Grenze in das der Drüsenschläuche über.

In den Drüsenschläuchen findet man vorherrschend große, helle, unregelmäßig pyramidale Zellen, welche an ihrer wandständigen Basis einen Fortsatz zeigen, der unter die Nachbarzellen hineinragt. Der Inhalt dieser Zellen besteht aus hellen Körnchen, sieht fast homogen aus und färbt sich nicht durch Karmin. Der kleine abgeplattete Kern liegt in der Nähe des Fortsatzes und wird gewöhnlich von etwas Protoplasma umgeben, welches sich durch Karmin färbt. Gegen das Lumen der Schläuche sind die Zellen oft offen. Dazwischen findet sich in der Minderzahl eine zweite Art von Zellen, klein unregelmäßig, polyedrisch und gegeneinander abgeplattet. Der Inhalt dieser kleinen Zellen ist feinkörnig, ziemlich dunkel und färbt sich stark durch Karmin. Der Kern ist ziemlich groß und liegt in der Mitte der Zelle. Hie und da findet man auch Zellen, die zwei Kerne enthalten. Diese Zellen bilden die bekannten Halbmonde. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

/ FRANKENHÄUSER gab an, daß sich in den ampullenartig erweiterten Gängen der größeren Drüsen das Flimmerepithel eine Strecke weit hinab fortsetzt. Nach WALLER und BJÖRKMAN handelt es sich dabei aber nicht um Drüsenmündungen, sondern um der Quere nach getroffene Falten der Schleimhaut.

Die Acini der Drüsen sind zweierlei Art, nämlich: eine reichlicher vorhandene muköse und eine weniger zahlreiche seröse Form. Das Epithel der mukösen Drüsenacini besteht aus zwei Zellenformen, den eigentlichen Schleimzellen und Giannuzzischen Halbmonden. Die zweite Art der Acini enthält dagegen nur eine Art von Zellen, welche im ganzen der feineren Beschaffenheit nach den Lunulaezellen am meisten ähneln, indem sie ebenfalls stark körnig erscheinen. / (WALLER und BJÖRKMAN *82.*)

/ In den kleinen Schleimdrüsen des Respirationstraktus tragen die Zellen des Ausführganges teilweise Flimmern. / (SCHIEFFERDECKER in BEHRENS, KOSSEL und SCHIEFFERDECKER *91.*)

/ Auch in der Trachea sind die Drüsen reine Schleimdrüsen. / (BERDAL *94.*)

/ In der Trachea finden sich Schleimdrüsen. / (E. KLEIN *95.*)

/ BÖHM und v. DAVIDOFF *95* finden an den Trachealdrüsen vereinzelte Giannuzzische Halbmonde. / (FUCHS-WOLFRING *98.*)

/ NICOLAS, welcher die Trachealdrüsen des Menschen Schleimdrüsen nennt, erkennt in denselben jedoch deutlich seröse Zellen und Halbmonde. / (NICOLAS *98.*)

/ „Die Ausführgänge sind an ihrer Mündung gewöhnlich mit Flimmerepithel ausgekleidet, das auch öfter in den ampullenförmigen Erweiterungen unter der elastischen Längsschicht gefunden wird; in den engeren Gangabschnitten und in den Verzweigungen innerhalb der letzteren findet man ein ein- oder zweireihiges Zylinderepithel, dem streckenweise Schleimzellen beigemengt sind. Letztere findet man bisweilen auch bis nahe an die Mündung in größerer Zahl, namentlich wenn die eigentliche Schleimhaut Drüsenläppchen enthält. Die Schleimzellen führenden Gänge sind zum Teil auffallend, bis über 0,1 mm weit und mit 13—22 μ hohen Schleimzellen bedeckt."

Über die Drüsen der Luftröhre, „macht RENAUT sehr eigentümliche Angaben. Er vergleicht sie mit den modifizierten Schweißdrüsen am Haarbande der Mundhöhle beim Hasen und Kaninchen und mit der Harderschen Drüse und leugnet im Gegensatze zu allen anderen Autoren ihre Zugehörigkeit zu den Schleimdrüsen, wenn er auch zugibt, daß eine

schleimige Umwandlung von Drüsenzellen da und dort vorkommt" (siehe oben p. 558). v. EBNER kann mit RENAUT nur darin übereinstimmen, daß neben Schleim sezernierenden auch Drüsenzellen anderer Art sich finden, ohne deren Ähnlichkeit mit den Elementen der oben genannten Drüsen zugeben zu können. / (EBNER *99.*)

/ Auch nach SOBOTTA sind die Trachealdrüsen des Menschen gemischten Charakters. / (SOBOTTA *02.*)

Auch 1903 erwähnen BÖHM und v. DAVIDOFF *03*, p. 209, das Vorhandensein von Giannuzzischen Halbmonden in der menschlichen Trachea.

Tunica propria der Mucosa. / Die Trachealschleimhaut des Menschen ist 0,13—0,15 mm dick und besonders reich an längsverlaufenden elastischen Fasernetzen. / (VERSON *71.*)

/ Die Schleimhaut der Trachea des Menschen besteht aus einem 0,06 mm starken Flimmerepithel, einer Basalmembran von nicht ganz 0,01 mm und einer Propria von etwa 0,12 mm Dicke, ausgezeichnet durch starke, vertikale, spitzwinklig anastomosierende Züge elastischer Fasern. In den Zwischenräumen dieser Züge finden sich Drüsenmündungen. / (HENLE *73.*)

/ Der bindegewebige Teil der Mucosa der menschlichen Trachea ist 0,14 mm dick, grenzt sich gegen das Epithel durch eine Grenzmembran ab (Basalmembran) und läßt drei Schichten unterscheiden, von welchen die mittlere die stärkste ist. Die äußere Schicht zeigt derbe Bindegewebsfasern von vorwiegend querem Verlauf. Denselben sind nur sehr wenig elastische Fasern und vereinzelte Muskelfasern beigemengt. Die mittlere Schicht zeigt ein derbes bindegewebiges Netzwerk, in dessen Maschen sehr zahlreiche längsverlaufende, zarte, elastische Fasern eingelagert sind. Die innerste Lage zeigt ein grobmaschiges, aber zartfaseriges Bindegewebsgerüst, dessen Lücken von zahlreichen lymphoiden Zellen erfüllt sind, so daß das Gewebe hier eine Ähnlichkeit mit dem adenoiden Gewebe hat. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

/ Die Mucosa besteht aus einem äußeren, fast rein elastischen Teile, dessen Faserung der Längsrichtung folgt, und einem inneren bindegewebigen Teile. / (RAUBER *97.*)

/ Die von BÖHM und v. DAVIDOFF (Lehrbuch, 2. Aufl., p. 203) im Stratum proprium der Trachealschleimhaut beschriebenen zerstreuten Bündel glatter Muskelfasern konnte v. EBNER nicht finden.

Die Submucosa setzt sich von der Mucosa durch eine dichtgewebte Lage netzartig verbundener, bis 3,3 μ dicker, in der Längsrichtung der Luftröhre verlaufender elastischer Fasern ab. Sie bilden eine 0,20—0,22 μ dicke Schicht. Diese elastische Längsfaserschicht vergleicht v. EBNER der Lage nach der Muscularis mucosae des Darmes. / (v. EBNER *99.*)

Basalmembran: / Flimmerepithel und Basalmembran („Basement membrane") der Schleimhaut steigen beide bis in die Endbronchi hinab. / (TODD and BOWMAN *66.*)

/ Der Abschluß des Bindegewebes der Schleimhaut gegen das Epithel geschieht in der menschlichen Trachea durch eine helle Grenzschicht, welche jedoch nicht als selbständige Membran isolierbar ist. / (TOLDT *88.*)

/ Die Basalmembran ist in der menschlichen Trachea 0,005 mm dick, erscheint trübe und ziemlich homogen; an Stellen, wo Kapillaren herantreten, verdünnt sie sich. Die Begrenzung der Basalmembran ist zackig, nach unten stehen die Zacken mit dem darunterliegenden Gewebe in Verbindung. Der unteren Seite der Basalmembran liegen vereinzelte, spindelförmige Zellen an. Zahlreiche sehr feine Kanäle durchsetzen die

Basalmembran in senkrechter oder schräger Richtung und durch dieselben treten sehr feine Fäden aus der inneren Faserschicht in die epitheliale Schicht. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

/ Eine glashelle Basalmembran trägt das Epithel, welches von dem des Kehlkopfs nicht abweicht und zahlreiche Becherzellen zeigt. / (RAUBER *97.*)

/ Durchwegs wird die Schleimhaut gegen das Epithel durch eine Basalmembran, welche viel deutlicher ist, als im Kehlkopfe und eine Dicke von 11 μ erreicht, abgeschlossen (siehe Fig. 293). / (V. EBNER *99.*)

Submucosa: / Entsprechend den Interstitien der Knorpel legt sich in der menschlichen Trachea zwischen die innere und äußere Faserschicht eine ziemlich starke Submucosa, die aus lockerem, fettzellenhaltigem Bindegewebe besteht. Über den Knorpeln und in dem membranösen Teil fehlt die Submucosa vollständig. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

/ Die Submucosa ist kaum deutlich von der Mucosa geschieden und geht nach außen, ebenso ohne scharfe Grenzen, in die straffe, an Elementen der elastischen Substanz außerordentlich reiche Faserhaut über, die sich in lockeres Interstitialgewebe auflöst. An der Grenze gegen die Speiseröhre enthält letzteres sehr zahlreiche elastische Elemente in Gestalt von derben Fasernetzen und elastischen Platten und außerdem spärliche, längslaufende Bündel glatter Muskelfasern. / (TOLDT *88.*)

Äußere Faserschicht: / Die äußere Faserschicht bildet das Perichondrium des Knorpels und besteht aus sehr derben elastischen und bindegewebigen Faserzügen. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

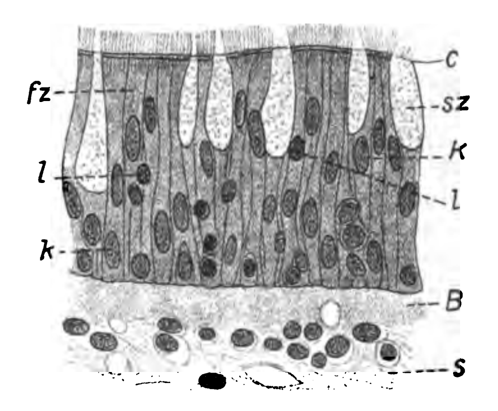


Fig. 293. **Trachea des Menschen.** Mehrreihiges Flimmerepithel. Müllersche Flüssigkeit, Hämatoxylin, Eosin. Senkrechter Durchschnitt. *B* Basalmembran, *K* Kerne von Epithelzellen, *fz* Flimmerzellen mit Cuticularsaum *c*, *l* Kerne von Leukocyten; *s* Bindegewebe der Schleimhaut, *sz* Becherzellen. Vergrößerung 530fach. (Nach V. EBNER *99.*)

/ Vom unteren Rande des Ringknorpels zum ersten Knorpelringe der Trachea des Menschen, ebenso weiter von Ring zu Ring laufen starke elastische und Bindegewebszüge. Vom unteren Rande der einzelnen Ringe strahlen übrigens ebensolche auch reichlich in das submuköse Gewebe aus. / (VERSON *71.*)

/ Die Membrana fibroelastica verbindet oberen und unteren Rand benachbarter Trachealknorpel, auch den obersten Trachealknorpel mit dem Cricoidknorpel und vervollständigt die Trachealwand hinten, indem sie die hinteren Enden der Knorpelringe verbindet. / (TURNER *77.*)

Elastische Fasern der menschlichen Trachea: / Die elastischen Fasern verlaufen in der Trachea und den Bronchien längs und treten stellenweise, vor allem an der hinteren Wand, in starken, oft unter spitzen Winkeln zusammenfließenden Winkeln hervor. / (KÖLLIKER *50/54.*)

/ Schon in der Trachea gewinnen die elastischen Elemente eine große Ausdehnung, so daß sie zum Teil allmählich als Hauptkonstituens der Mucosa erscheinen, was noch auffälliger wird in den feinen Luftröhren-

ästen, und zuletzt besteht die häutige Grundlage der Endbläschen an den dünnsten Bronchialzweigen fast lediglich aus elastischem Gewebe. (Leydig *57*, p. 368.)

/Auch hier finden sich, wie bei anderen Säugetieren, elastische Sehnen in der Zahl von 2, 3 und mehr, die sich in zahlreiche dünne Fasern auflösen, von denen sich einige in der Muskulatur verlieren, während andere, dieselbe durchquerend, zum subepithelialen, elastischen Netze ziehen./ (Livini *96*.)

/v. Czyhlarz untersuchte (Färbung nach van Gieson und Weigert) das Verhalten der elastischen Fasern an normalen Tracheen und Bronchien des Menschen. Unter dem Epithel liegt eine ganz dünne, übrigens sich nicht konstant vorfindende Schicht zarter, wenig gewellter, elastischer Fasern, die senkrecht zur Verlaufsrichtung der Organe verlaufen. Etwas darunter, in der Mucosa, oft durch feine Fasern mit der ersten Schicht verbunden, findet sich eine starke kontinuierliche Schicht dicker, längsverlaufender, elastischer Fasern, die sich dann nach außen in zerstreute, ziemlich dicke Fasern auflöst. Die kompakte zweite elastische Schicht hat an der Trachea eine Dicke von 30—40 μ, in den Bronchien ist sie entsprechend dünner. Diese Schicht wird von den Ausführgängen der Drüsen und dem diese begleitenden Bindegewebe durchbrochen. Die Ausführgänge der Drüsen werden von einer fast unmittelbar unter der Basalmembran der Epithelzellen liegenden dünnen Schicht elastischer Fasern, die zum Teil der Richtung des Ausführganges parallel verlaufen, zum Teil aber zirkulär angeordnet sind, umgeben. Ebenso sind die Drüsenschläuche selbst von unmittelbar unter der Basalmembran liegenden, zarten, elastischen Fasern umgeben. In der Muskelschicht finden sich sehr zahlreiche, feine, in der Richtung der Muskelfasern verlaufende elastische Fasern, die am Rande der Muscularis meist eine Verdichtung zeigen. Dicht am Rande des Knorpels liegen in dem ihn umgebenden Bindegewebe, teilweise längs, teilweise quer getroffene elastische Fasern von mittlerer Dicke. In der hyalinen Knorpelgrundsubstanz sieht man gleichfalls zahlreiche dünne elastische Fasern (Immersion), welche ein zartes Netz bilden, das die Knorpelhöhlen umspinnt. Die Anordnung der elastischen Fasern ist eine analoge, wie wir sie beim sogenannten elastischen Knorpel finden, so daß nach diesem Befunde der Unterschied zwischen elastischem und dem hyalinen ein bloß quantitativer wäre. Nicht jeder hyaline Knorpel zeigte dieses Bild, sondern nur an einigen Stellen in den Randpartien./ (v. Czyhlarz *97*.)

/In der menschlichen Trachea findet Przewoski zwei verschiedene Systeme von elastischen Fasern (Orcein) vorhanden und zwar ein oberflächliches, das dicht unter der hyalinartigen Membran gelagert ist, und ein zweites tieferes, das in den tieferliegenden Schichten der Membrana propria verteilt ist. Die elastischen Faserbündel des tieferen Systems schlagen eine Längsrichtung ein, sind jedoch der Achse der Trachea nicht ganz parallel. Die Fasern des oberflächlichen Systems verlaufen senkrecht zu denen des tiefen Systems. Sie bilden die Ringfasern der Trachea, die sich nicht, wie diejenigen des tiefen Systems, zu Bündeln gruppieren, sondern eine homogene dicke Schicht bilden, in der die Fäserchen parallel verlaufen. Diese Fäserchen sind viel feiner als diejenigen des tiefen Systems. Die Fäserchen des oberflächlichen Systems biegen an den Ausführgängen der Schleimdrüsen um und umspinnen dieselben, wie auch die Drüsenalveolen in einiger Entfernung von der Mündung. Im Perichondrium vereinigen sich die hier bedeutend zunehmen-

den elastischen Fasern sehr oft zu Schichten von parallel verlaufenden und untereinander sich kreuzenden Fäserchen, elastische Fäserchen dringen sogar überall vom Perichondrium aus zahlreich in die interzelluläre Substanz des für hyalin geltenden Trachealknorpels ein, wie sich mit Orcein nachweisen läßt. Die Fäserchen gelangen größtenteils bis ins Zentrum der Knorpel. Auch bei der Insertion der Muskelbündel am Knorpel findet PRZEWOSKI die elastischen Fasern beteiligt, denn ein jedes Bündel von glatten Muskelfasern ist umgeben von einer beträchtlichen Zahl elastischer Fasern, die parallel zur Achse der ersteren verlaufen. Eben diese elastischen Fasern, die eine Art elastischer Hülle für jedes Muskelbündel bilden, gehen auf das Perichondrium über und verschmelzen mit demselben. / (PRZEWOSKI *98*, vergl. auch *97*.)

/ In der Luftröhre des Menschen verlaufen wellige Züge von elastischen Fasern in der Richtung des Rohres und bilden eine wesentlich aus elastischen Fasern bestehende, die Luftröhre in ihrer vorderen und seitlichen Zirkumferenz fast ganz auskleidende Schicht. / (P. HEYMANN *98*.)

/ LIVINI erinnert daran, daß die Trachea beim Menschen, wie bei niederen Wirbeltieren reich an elastischen Fasern ist, und daß sich stets unter dem Epithel eine starke Längsschicht elastischer Fasern findet. Letztere entwickelt sich beim Menschen sehr früh. Sie ist schon beim menschlichen Embryo von 13 cm Länge erkennbar, in welchem Alter sich in dem fraglichen Organ sonst noch keine so wohl differenzierten elastischen Fasern erkennen lassen, mit Ausnahme einiger in der hinteren Wand von dem einen Ende der Ringe zum anderen verlaufenden Fasern. In diesem Stadium beginnt auch schon die Drüsenbildung als einfache Epitheleinstülpungen, wenig zahlreich und wenig entwickelt in der hinteren Wand. Von da an macht die Entwicklung des elastischen Gewebes rasche Fortschritte und erreicht beim Embryo von 35 cm eine außerordentliche Entwicklung; sehr zahlreich sind die elastischen Fasern der hinteren Wand und in den zwischen den Ringen gelegenen Segmenten nach innen von den Drüsen, welche jetzt dicht und sehr verzweigt sind. / (LIVINI *98*.)

Knorpel der menschlichen Trachea. / Am Knorpel der Trachea und der Bronchien unterscheidet CRAMER nach dem elastische Fasern enthaltenden Perichondrium zunächst eine Schicht kleinster langer dünner Knorpelkörperchen, deren Achse stets dem Knorpelrand parallel ist, dann folgen größere, deren Achse einen rechten Winkel zum Perichondrium bildet. Dann kommen große Knorpelkörperchen gleichfalls rechtwinklig zum Perichondrium stehend und endlich solche vom gewöhnlichen Verhalten der Knorpelkörperchen. / (CRAMER *47*.)

/ Die Knorpelzellen sind zu äußerst platt, dann folgen Mutterzellen mit Tochterzellen und gehäuft liegende Zellen in fast ebenso dicker Lage und mit wenig Grundsubstanz, endlich mehr isolierte längliche, in der Richtung der Dicke der Knorpelringe verlaufende Zellen mit viel Zwischensubstanz. Die beiden letztgenannten Zellen enthalten Fetttropfen. / (KÖLLIKER *50/54*.)

/ Die Knorpel der Trachea verknöchern im Ganzen nur selten. / (KÖLLIKER *67*.)

/ Die „Membrana fibrosa“ verbindet die Trachealknorpel beim Menschen untereinander, und bildet sie umhüllend ihr Perichondrium. / (NICOLAS *98*.)

/ Die hyaline Substanz der Trachealknorpel verknöchert in höherem Alter minder häufig, als die Substanz der hyalinen Kehlkopfknorpel. / (HENLE *73*.)

Muskulatur der menschlichen Trachea. / In der Trachea gibt es nach LAUTH keine Längsmuskelfasern, welche viele Anatomen trotz der dagegensprechenden Arbeiten von REISSEISEN annehmen. / (LAUTH *35.*)

/ CRAMER (p. 18) beschreibt im membranösen Teil der Trachea und der größten Bronchen beim Menschen dickere längsverlaufende Züge glatter Muskulatur; dieselben fehlen dort, wo sich Knorpel finden. Sie sind nicht regelmäßig verteilt, finden sich bald da, bald dort, bald zwischen den Drüsen, bald zwischen dem äußeren Bindegewebe. Bei vielen Menschen scheinen sie ganz zu fehlen. / (CRAMER *47.*)

/ Die glatte Muskulatur besteht aus queren Bündeln, welche von den Enden der Knorpelhalbringe ausgehen, woselbst sie mit zierlichen kleinen Sehnen von elastischem Gewebe von dem Perichondrium entspringen. Außen von den queren finden sich nicht konstant schwächere und stärkere Längsbündel (KRAMER). / (KÖLLIKER *50/54.*)

/ Die Fasern der die Knorpelringe verbindenden 0,8—1,2 mm dicken Quermuskelschicht gehen mit zarten, dünnen Sehnen in das Perichondrium der Knorpelringe über, oder, was seltener der Fall ist, sie verlieren sich in die Schleimhaut selbst. Der äußeren Seite der Muskelschicht liegen

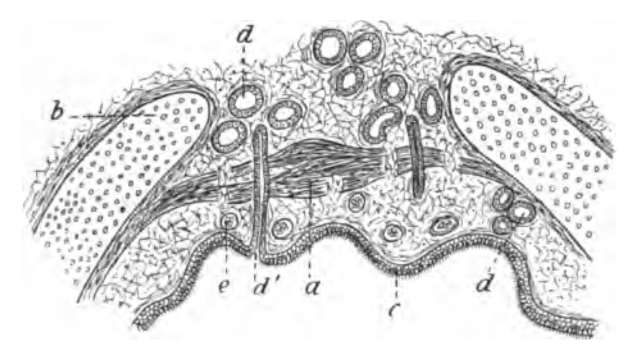


Fig. 294. **Trachea vom Kind.** Hintere Wand. *a* Trachealmuskel, *b* Knorpel, *c* Mucosa, *d* Drüsen, *d'* deren Ausführgänge, *e* Gefäße. (Nach GUIEYSSE *98.*)

nicht selten noch kürzere, longitudinale Muskelbündel auf, welche an den Scheidewänden der transversalen Schicht Ursprung und Ende nehmen, so daß sie wie Klammern in die transversale Muskelschicht eingreifen. Zu äußerst folgt endlich eine Lage längsverlaufenden Bindegewebes (Faserhaut). / (VERSON *71.*)

/ Die transversalen Muskelbündel gehen in kurze dünne Sehnen über, die sich an der inneren Fläche der freien Knorpelenden inserieren. Einzelne Muskelbündel gehen in die Mucosa über.

Longitudinale Muskelbündel finden sich nach außen von der transversalen Muskulatur in vereinzelten unregelmäßigen Bündeln. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

/ Nach QUAIN (Anatomy) verläuft der Trachealmuskel beim Menschen nicht allein zwischen den Knorpelenden, sondern auch gegenüber den Intervallen. Nach außen von den Querfasern finden sich wenige Bündel, welche eine Längsrichtung haben. STIRLING findet, daß die Anheftung des Muskels auf eine kurze Strecke auf die Innenfläche der Ringe hereingreift, wo er am Perichondrium festsitzt. Die äußeren Längsfasern bestätigt STIRLING. Da von den Drüsen manche nach außen vom Trachealmuskel liegen, so müssen ihre Ausführgänge ihn durchbrechen, um in die Trachea zu gelangen. / (STIRLING *83b.*)

/ In der Trachea des Menschen beschreibt auch PIERSOL ein Längsmuskelband neben der Quermuskulatur. / (PIERSOL *95.*)

/ In der Pars membranacea sind der zirkulären Muskellage zerstreute Längsbündel außen aufgelagert. / (RAUBER *97*.)

/ Die Breite des Trachealmuskels beträgt beim Menschen 0,6 mm nach HENLE, 1—2 mm nach SAPPEY. / (NICOLAS *98*.)

/ Beim Menschen sind die Drüsen, welche den Trachealmuskel durchbohren, auffallend zahlreich (siehe Fig. 294). Beim Kind ist der Muskel dünn, er inseriert außen an den Körnern, deren freie Enden im Bindegewebe liegen. Zwischen Mucosa und Muskel findet sich eine Lage von vertikalen Gefäßen. / (GUIEYSSE *98*.)

/ Auch v. EBNER gibt an, daß nach außen von den Quermuskeln der Trachea sich einzelne Längsbündel finden. Die Elemente dieser Muskulatur von 68 μ Länge und 4—9 μ Breite sind zu kleinen Bündeln vereint, die mit zierlichen kleinen Sehnen von elastischem Gewebe, teils von den inneren Flächen der Enden der Knorpelhalbringe, teils, die Längsbündel nämlich, von der äußeren Faserhaut entspringen. / (v. EBNER *99*.)

Blutgefäße der menschlichen Trachea. / In der Schleimhaut verlaufen die größeren Zweige der Blutgefäße, besonders der Länge nach, während das oberflächliche, häufig über den elastischen Elementen dicht unter der homogenen Schicht befindliche Kapillarnetz mehr rundlich eckige Maschen bildet. / (KÖLLIKER *50/54*.)

/ Die stärkeren Blutgefäße der menschlichen Trachea verlaufen hauptsächlich der Länge nach, die Kapillaren der Schleimhautoberfläche bilden polygonale Maschen. / (W. KRAUSE *76*.)

/ In der Tracheobronchialschleimhaut des Menschen finden sich zwei Kapillarsysteme, von welchen das eine für die Schleimhaut und das andere für die Drüsen bestimmt ist. / (FRANKENHÄUSER *79*.)

/ Blutgefäße, Lymphgefäße und Nerven der menschlichen Trachea verhalten sich wie im Kehlkopf. / (TOLDT *88*.)

Lymphgefäße der menschlichen Trachealschleimhaut. Über die Lymphgefäße der menschlichen Trachea vergleiche auch die Angaben von TEICHMANN *61* oben p. 547f. im Kapitel Lymphgefäße der Trachea der Säugetiere.

/ Die Lymphgefäßanfänge in der Trachealschleimhaut bestehen aus einem Netz, von welchem von Stelle zu Stelle kürzere und längere Äste abgehen, welche abgerundet und blind endigen. Von diesem oberflächlichen Netz gehen größere Stämmchen in die Tiefe. / (KÖLLIKER *50/54*.)

/ Später fügt KÖLLIKER bei, daß die Anfänge der Lymphgefäße der Trachea nicht mit Sicherheit bekannt sind, indem das, was er früher als solche beschrieb, möglicherweise nur eigentümlich veränderte Blutgefäße waren. / (KÖLLIKER *67*.)

/ Lymphgefäße sind in zwei Netzen vorhanden; das feinere mit nach der Längsrichtung verlaufenden Maschen zwischen Blutkapillaren und elastischer Schicht, aus welchem kurze, blindendigende Ausläufer in der Fläche der Schleimhaut hervorgehen; das gröbere in der Submucosa mit Stämmchen, die in den Interstitien der Knorpelringe transversal, in der hinteren Wand longitudinal verlaufen. Beide Netze kommunizieren durch schräge Ästchen; die klappenführenden Stämmchen verlaufen an der äußeren Grenze der Submucosa zwischen den Ringen transversal und gehen zu den Gl. lymphaticae tracheales. / (W. KRAUSE *76*.)

/ Die Lymphgefäße der trachealen Schleimhaut hat schon KÖLLIKER *50/54* nachgewiesen. A. SCHNITZLER *93* hat in der Luftröhrenschleimhaut große Räume zwischen der elastischen und der Drüsenschicht beschrieben, die mit Endothel ausgekleidet sind und die er zu den Wurzeln des Lymph-

gefäßsystems in der Schleimhaut rechnet. Beim Menschen fand er, wie P. HEYMANN bestätigt, diese Räume verhältnismäßig klein. / (P. HEYMANN *98.*)

/ Die Lymphgefäße der Trachea bilden nach TEICHMANN zwei Netze, ein oberflächliches, in der Schleimhaut gelegenes, feineres und ein tieferes, gröberes in der Submucosa. Aus letzterem gehen klappenführende Stämmchen dorsalwärts vorzüglich gegen den membranösen Teil der Luftröhre, aus welchem sie in die Lymphknoten, die längs der Luft- und Speiseröhre verteilt sind, gelangen. / (v. EBNER *99.*)

Lymphgewebe der menschlichen Trachea. / Lymphgewebe findet sich subepithelial und nimmt die Zwischenräume zwischen den Drüsenbläschen ein. / (TURNER *77.*)

/ Das die Drüsen einschließende Gewebe der Submucosa ist sehr reich an lymphoiden Zellen und besonders sind dieselben angehäuft in der Nähe solcher Schläuche, die stärkere halbmondförmige Bildungen enthalten. Außer den gewöhnlichen lymphoiden Zellen kommen in dem die Drüsen umgebenden Gewebe noch andere eckige, etwas größere Zellen vor, welche sehr an die Waldeyerschen Plasmazellen erinnern. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

/ Leukocyten finden sich nicht nur reichlich in den subepithelialen Gewebsmaschen zerstreut, sondern auch im Epithel selbst zwischen den Epithelzellen in großer Menge. Leukocytenanhäufungen in der Trachealschleimhaut des Menschen sind keine Seltenheit. Ihre zentrale dichte Kernzone liegt bald im subepithelialen Gewebe, bald zwischen elastischer und Drüsenschicht. / (SCHNITZLER *93.*)

Die eigentliche 0,26 mm dicke Schleimhaut enthält reichliche Bindegewebsbündel neben feinen elastischen Fasern und zahlreiche Zellen, unter diesen regelmäßig auch Leukocyten, die stellenweise, namentlich um die Drüsenmündungen zu förmlichen adenoiden Anhäufungen zusammentreten. Auch zwischen den Alveolengängen der Schleimdrüsen findet sich manchmal adenoides Gewebe. / (v. EBNER *99.*)

Über Lymphgewebe und besonders Noduli in der Trachea und den Bronchien des Menschen, siehe auch das oben p. 510ff. in Kapitel Lymphgewebe des menschlichen Kehlkopfs Gesagte.

Nerven der menschlichen Trachea: / Die Nerven bilden in der hinteren Faserhaut gangliöse Anschwellungen, welche mit dem größten Durchmesser der Längsachse parallel liegen. Ihr Breitendurchmesser beträgt bis 0,2 mm, der Längsdurchmesser das Zwei- und Dreifache davon. / (VERSON *71.*)

/ Die Nerven der Trachea sind zahlreich, meist doppelt konturiert in der Schleimhaut, mit mikroskopischen Ganglien in der hinter der Muskelschicht gelegenen Bindegewebshaut; die Endigung war damals W. KRAUSE unbekannt. / (W. KRAUSE *76.*)

/ An den reichlich vorhandenen Nerven der menschlichen Tracheobronchialschleimhaut findet man Nervenknoten, die meist aus wenigen Ganglienzellen bestehen: Jede Ganglienzelle hat eine kernhaltige bindegewebige Hülle. Die größten Ganglienzellen sind 0,042 mm groß, die kleinsten sind halb so groß. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

/ Die Nervenknoten der Trachea liegen beim Menschen nicht auf der hinteren Fläche des membranösen Trachealteiles, hinter den Muskeln, sondern in dem Schleimhautgewebe selbst und nicht in einer Reihe. Die Teilungsorte der Trachea und Bronchien erster bis dritter Ordnung fanden sich förmlich besät mit Knötchen von demselben Typus, wie bei den von KANDARAZKI untersuchten Tieren, wobei dieselben nicht nur

in dem Netze, welches die Lungenästchen der Vagi an der Teilungsstelle der Trachea bilden, sondern auch in der Schleimhaut zwischen den Drüsen sich befanden. Bei der Entfernung der Muskelschicht fanden sich Ganglien nur auf ihrer Vorderfläche. Hier sind die Knötchen mittelst Nervenfädchen unter sich verbunden, liegen also im nervösen Netz, wie bei den Tieren. In der folgenden, d. h. submucösen Schicht fanden sich die Knötchen schon in bedeutender Zahl, und zwar zwischen den Drüsen eingebettet. / (KANDARAZKI *81*.)

/ Die Nerven der Trachea enthalten, wie ENGEL (Zeitschr. der Wiener Ärzte 1847) fand, mikroskopische Ganglien. Sie finden sich an den Nervenzweigen, welche hinter, zwischen und vor der Muskulatur an der hinteren Wand der Trachea verlaufen. Genauere Angaben über die Verbreitung der Ganglien in der Luftröhre der Säugetiere teilte KANDARAZKI *81* mit. Daß die Zellen dieser Ganglien dem multipolaren, sympathischen Typus angehören, wies in neuerer Zeit PLOSCHKO nach (siehe oben p. 382), dem es auch gelang, Nervenfortsätze dieser Zellen direkt bis zu den dendritischen Endgeästen an glatten Muskelbündeln zu verfolgen, ein Nachweis, der von prinzipieller Wichtigkeit ist. Außerdem fand aber PLOSCHKO neben diesen motorischen Endapparaten auch von markhaltigen Fasern stammende, büschelartige Endverästelungen zwischen den glatten Muskelbündeln, welche als sensible Nervenendigungen anzusehen sind. Was die sonstigen sensiblen Endapparate anbelangt, so verhalten sich dieselben in der Schleimhaut und im Epithel wie im Kehlkopf, abgesehen davon, daß in der Luftröhre keine Geschmacksknospen vorkommen. / (V. EBNER *99*.)

/ Die **Eigentümlichkeiten**, welche an der menschlichen Trachealschleimhaut im Gegensatz zu derjenigen der Katze besonders in die Augen fallen, faßt SCHNITZLER kurz folgendermaßen zusammen: Die Epithelzellen sind nicht so regelmäßig geschichtet; nur die Kerne der Basalzellen bilden eine Lage auf der Basalmembran. Die Kerne der Keilzellen sind zusammen mit den ungleich hoch im Epithel stehenden Kernen der Flimmerzellen zu einer breiten Kernschicht im Epithel angeordnet. Die Becherzellen sind verhältnismäßig kurz, schmal und wenig zahlreich und entwickeln sich erst aus den Keilzellen. Die Basalmembran stellt eine deutliche, ziemlich breite Zwischenschicht dar, entstanden durch die Verdichtung der bindegewebigen Fasern des subepithelialen Gewebes. Das mächtige Drüsenlager scheint einen Ersatz zu bieten für die eine geringe Rolle spielenden Becherzellen im Flimmerepithel. Auch an diesen Drüsen ließen sich zwei Zellarten konstatieren, welche SCHNITZLER jedoch damals als Übergangsstadien ein und derselben Zellart deutete. Die oberflächlichsten lymphatischen Gefäße finden sich schon im subepithelialen Gewebe, durch eine schmale Bindegewebsschicht, welche das Blutkapillarnetz enthält, getrennt. / (SCHNITZLER *93*.)

/ **Entwicklung** der menschlichen Trachea: Die Trachea erscheint bereits bei einem 26 cm langen Fötus, abgesehen von den Schleimdrüsen derselben, in ihrer Struktur vollendet. Die Entwicklung der Trachealdrüsen dagegen schreitet bis zur Geburtszeit und selbst in den ersten Monaten nach der Geburt noch fort. Eine Besonderheit der kindlichen Trachea liegt in dem zarten, feinfaserigen Charakter ihrer Schleimhaut und in deren Reichtum an rundzelligen Elementen; mit zunehmendem Alter wird das Gewebe derber und dichter, indes erreicht es erst gegen das 12. Lebensjahr den grobfaserigen Charakter, wie er dem Erwachsenen eigentümlich ist. Das elastische Gewebe ist in der Trachea der Brust-

kinder gleichfalls schwächer ausgesprochen, und es entwickelt sich mit zunehmendem Alter allmählich weiter. Die unvollkommene Entwicklung der Schleimdrüsen, ihre oberflächliche Lage, die Zartheit und der große Blutreichtum der Mucosa machen die häufigen krankhaften Affektionen der Trachea bei Kindern begreiflich. / (GEDHOFT *oo*, nach dem Referat von GEBERG in SCHWALBES Jahresber.)

Bronchi.

Eine Einteilung der Bronchien der Säugetiere in größere, (mittlere) und kleinere nach dem Kaliber stößt auf große Schwierigkeiten. Bronchien gleichen Kalibers zeigen nämlich bei verschiedenen Säugetieren oft recht verschiedenen Bau. Förderung schien da eine Gliederung zu bringen, wie sie RENAUT (siehe die folgende Darstellung) vornimmt, nämlich nach den Beziehungen der Bronchien zur Lunge. Aber auch diese Einteilung steht nicht auf festen Füßen, da Strukturen, welche RENAUT als Charakteristika für bestimmte Abschnitte notierte, fehlen, sowie wir uns zu anderen Tiergruppen, als den von RENAUT untersuchten, wenden. Es bleibt also nichts, als an die Tatsache zu glauben, daß der bei den verschiedenen Wirbeltiergruppen so verschieden gegliederte Bronchialbaum auch in seinem feineren Aufbau bei den verschiedenen Säugetieren recht wesentliche Verschiedenheiten zeigt, und Aufgabe der Forschung ist es, diesen Verschiedenheiten im einzelnen nachzugehen, nicht aber sich über dieselben durch gewaltsames Einpressen in ein hergebrachtes unrichtiges Schema hinwegzutäuschen.

/ RENAUT nimmt folgende Gliederung der intrapulmonalen Bronchienverzweigungen vor:

I. Bronchioli nennt RENAUT diejenigen Teile des Bronchialbaumes, welche ins Innere des zusammengesetzten Lungenläppchens eindringen. Er unterscheidet:

a) Bronchioli terminales versorgen die einfachen Lobuli;
b) Bronchioli intralobulares folgen den Br. terminales und bilden mit dem lobulären Zweig der Pulmonalarterie den Stiel des zusammengesetzten Läppchens.

Bronchiolus terminalis (siehe Fig. 296). Sein Durchmesser wechselt bei verschiedenen Tieren. Er besitzt stets eine Bindegewebsscheide, welche bei Pferd und Esel mit Lymphzellen infiltriert ist, aber stets bei anderen Tieren, besonders beim Menschen, eine gewisse Anzahl solcher zeigt. Es findet sich flimmerndes Zylinderepithel ohne Becherzellen. Es finden sich keine Längsfalten und keine drüsigen Elemente. Dort, wo der Bronchiolus terminalis sich an den Bronchiolus intralobularis inseriert (siehe Fig. 295), finden sich nach außen von der Glashaut im Bindegewebe einige glatte Muskelfasern, welche unvollständige Ringe bilden und oft nur eine einzige Zelle zeigen.

Bronchiolus intralobularis (siehe Fig. 297). Charakteristika: Das Auftreten von Längsfalten und von Muskelbildungen in vollständigen Ringen und von Becherzellen im Epithel. Die Bronchialwand bleibt bis dahin ausschließlich membranös.

II. Interlobuläre Bronchi. Charakteristika: Diskontinuierliches Knorpelskelett, Reichtum an Becherzellen auf den Schleimhautfalten, verbunden mit der Abwesenheit differenzierter Drüsen in den Wänden, wenn es nicht ganz in der Nachbarschaft der Verteilungsbronchien (Bronches de distribution) ist.

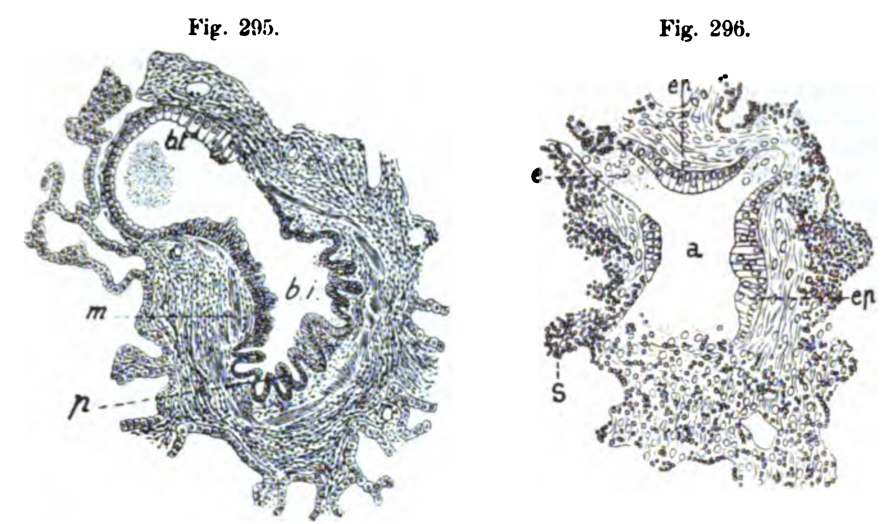


Fig. 295. **Lunge vom Pferd.** Schrägschnitt durch einen Bronchiolus intralobularis und einen Bronchiolus terminalis; zeigt, wie der erstere sich mit dem letzteren verbindet. Alkoholfixierung. Purpurinfärbung. *bi* Lumen des intralobulären Bronchiolus; *p* Längsfalten des Bronchiolus intralobularis; *m* Reisseisenscher Muskel; *bt* Bronchiolus terminalis (hat weder Längsfalten noch Muskeln), besitzt niedrige Zylinderzellen. Leitz aufgehobener Tubus, Ok. 1, Obj. 4, reduziert auf $^{9}/_{10}$. (Nach RENAUT 97.)

Fig. 296. **Lunge vom Rind.** Schnitt durch die Öffnung eines Bronchiolus terminalis in die Lungenalveole. Fixierung der aufgeblasenen Lunge in Müllerscher Flüssigkeit. Eosin-Hämatoxylin. *a* Lumen an der Mündungsstelle des Bronchiolus in die Alveole: *ep ep* Zylinderepithel des Bronchiolus terminalis, zwei der Seiten überkleidend: wird allmählich niedriger, um sich in das Alveolarepithel fortzusetzen; *e* plattes Alveolarepithel von vorn gesehen; *s* Blutkapillaren des Alveolarparenchyms, gefüllt mit roten Blutkörperchen. (Nach RENAUT 97.)

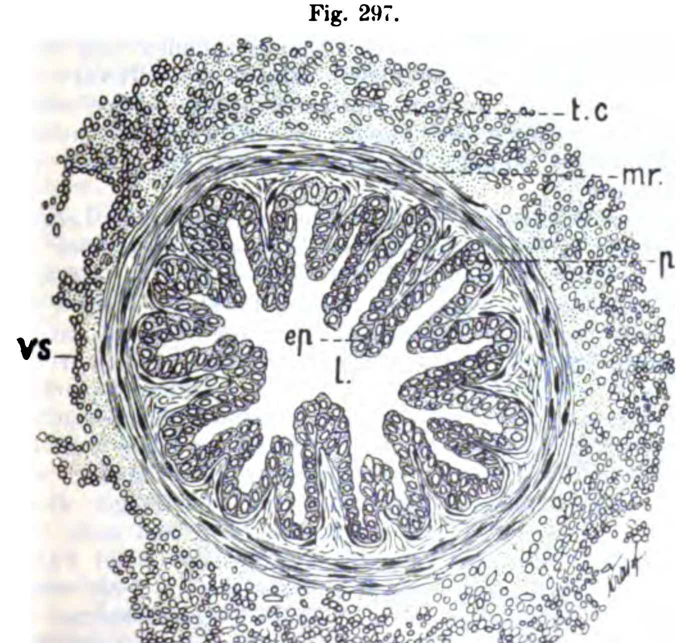


Fig. 297. **Lunge vom Rind.** Querschnitt durch einen Bronchiolus intralobularis, der den Stiel eines zusammengesetzten Lobulus bildet. Müllersche Flüssigkeit. Eosin - Hämatoxylin. *ep* Epithelium, *p* Vorsprünge, entsprechend d. Querschnitt der Längsfalten, *l* Lumen des Bronchiolus, *mr* Reisseisenscher Muskel, *tc* peribronchiales Bindegewebe, *vs* Blutgefäße, erfüllt mit roten Blutkörperchen. Die Cilien sind nicht erhalten. (Nach RENAUT 97.)

III. Verteilungsbronchien (Bronches de distribution). Diesen Namen wählte RENAUT, weil diese Bronchien die Luft an die wichtigen Segmente ein und desselben Lungenlappens verteilen. Sie unterscheiden sich von den großen Bronchien nur dadurch, daß ihre Knorpelringe. anstatt in allen ihren Teilen vollständig zu sein, von Stelle zu Stelle für den Durchtritt der Glandulae bronchiales perforiert sind. Die Anwesenheit dieser Drüsen unterscheidet vor allem die Verteilungsbronchien von den Bronchi interlobulares. Die Drüsen, welche alle nach außen von der Mucosa unter der Linie des Reisseisenschen Muskels liegen, sind von zweierlei Art. Die einen liegen zwischen Knorpelring und Muskelring (siehe Fig. 298) und sind linsenförmig, die anderen liegen nach außen vom Knorpelring. Alle diese Drüsen sind racemös, einfach traubig. Ein langes Sammelrohr, das den Ausführgang fortsetzt, trägt an seinen Seiten eine Reihe von kurzen Blindsäcken, die einen ungeteilt, die anderen geteilt oder wiederholt geteilt. Es ist eine gefiederte Drüse. Das Epithel besteht ganz aus gekörnten Zellen, es ist also eine seröse Drüse und eine Fermentdrüse. Unterhalb der Glottis fand RENAUT bei den von ihm untersuchten Tieren mit gesunden Lungen keine Tracheobronchialdrüsen von gemischtem Typus (also mit Schleimzellen und in Halbmon-

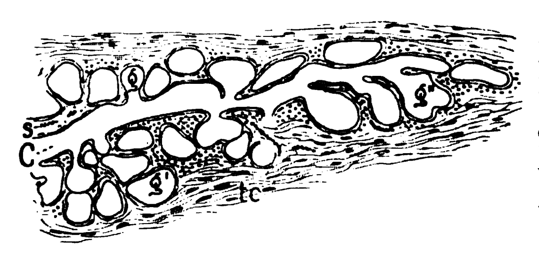


Fig. 298. **Gefiederte Bronchialdrüse** (aus der Submucosa) **vom Rind.** Müllersche Flüssigkeit. Eosin-Hämatoxylin. Schwache Vergr. *C* Sammelgang, die Achse der gefiederten Drüse bildend, *g* kurzer und ungeteilter Drüsenblindsack, *g'* quergeschnittener Drüsenblindsack, *g''* geteilter Drüsenblindsack, *tc* Bindegewebe. (Nach RENAUT *97*.)

den angeordneten gekörnten Zellen) mehr. Dagegen finden sich beim Menschen eine große Anzahl von gemischten Drüsen (was RENAUT auf eine Umwandlung des Epithels in den muciparen Typus infolge selbst kurz dauernden Reizes während der Agonie zuschreibt). Die Ausführgänge der Bronchialdrüsen münden im Grunde einer der Falten der Schleimhaut./ (RENAUT *97*.)

Wie verschieden sich die Bronchien unter verschiedenen Lebensverhältnissen gestalten, zeigen auch folgende Untersuchungen über die

Anpassung der Bronchien ans Wasserleben. /O. MÜLLER findet, daß mit fortschreitender Anpassung an das Leben im Wasser die Ventralbronchien mehr und mehr zurückgeschoben werden, und daß an ihre Stelle im oberen Abschnitt der Lungen die Dorsalbronchien treten. welche sich in immer zunehmender Zahl über die ventralen Bronchien hinaus, nach der Bifurkation zu, selbst bis auf die Trachea hinauf begeben. Ferner kommt es unter dem Einfluß des Wasserlebens zu einem Schwund eines Lungenlappens, des sog. Lobus infracardiacus. Dies äußert sich natürlich auch am Bronchialbaum. Wir sehen, daß der Träger dieses Lungenabschnittes, der Bronchus cardiacus, immer mehr und mehr verkümmert und schließlich bei den Walen ganz schwindet. Bei Phoca. welcher der fragliche Lappen ebenso wie den Walen bereits fehlt, waren noch Spuren des Herzbronchus nachweisbar. Endlich gehört hierher die Abplattung der Luftröhre und der Schwund des membranösen Teiles derselben. Die Ringe werden (im Zusammenhang mit der Reduktion der

Halswirbelsäule) einander genähert und verschmelzen sogar miteinander (Lutra, Enhydra, Phoca). Erst bei weitergehender Verkürzung dürften, nach den Befunden bei den Walen zu schließen, auch die Knorpel in Mitleidenschaft gezogen werden. In dem bei Phoca, in noch höherem Maße bei Sirenen und Walen beobachteten Auftreten spiralartig angeordneter Knorpelreifen haben wir es mit einer direkten Anpassungserscheinung zu tun, die gleichfalls bezweckt, die Luftröhre und besonders die Bronchien gegen hohen Druck widerstandsfähiger zu machen, sowie die Elastizität der Lungen zu erhöhen. Die ventrale Unterbrechung der Trachealringe bei den Walen ist dagegen wohl als ursprüngliches Verhältnis aufzufassen. / (O. MÜLLER *98.*)

Größere Bronchien.

/ Die Hauptbronchien zeigen beim Menschen und bei allen von FRANKENHÄUSER untersuchten Tieren, in ihrem histologischen Bau eine vollständige Übereinstimmung mit der Trachea. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

/ Die größeren Bronchien (bis zu 1 mm) Durchmesser herab, zeigen bei den Säugetieren eine Adventitia, eine äußere Faserschicht (mit Knorpel), eine Muskellage, eine innere Faserschicht, die Basalmembran und das Epithel. / (F. E. SCHULZE *71.*)

/ Die Wand der größeren und mittleren Bronchien besteht aus folgenden Schichten: Schleimhaut, Ringmuskulatur, lockere Bindegewebsschicht und äußere Faserschicht.

Die Schleimhaut ist sehr verschieden dick bei den verschiedenen Tieren, besteht aber bei allen aus dem Epithel und der inneren Faserschicht und zeigt immer niedrige Längsfalten, welche gegen das Lumen vorspringen.

Die großen und mittleren Bronchien sind nicht bei allen Tieren gleich gebaut, denn während die meisten Tiere und der Mensch bis in die kleinen Bronchien noch Knorpel in der Bronchialwand erkennen lassen, so fehlen dieselben in den Bronchien des Maulwurfs, der Maus, der Fledermaus und der Ratte vollständig, sobald die Bronchien in die Lunge eingetreten sind.

Die Maus, die Ratte, die Fledermaus und der Hase zeigen außerdem noch eine Abweichung darin, daß ihnen die Drüsen in den Bronchien fehlen.

Sonst zeigen die Bronchien in ihrer Struktur nicht sehr bedeutende Unterschiede bei den verschiedenen von FRANKENHÄUSER untersuchten Tieren, nur die Eichhörnchen (siehe dort) zeigen eine besondere Eigentümlichkeit. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

/ Die Wand der Bronchien besitzt:

1. ein Flimmerepithel aus konischen und pyramidenförmigen langen Zellen;
2. eine Schleimschicht (couche muqueuse);
3. eine Längsfaserschicht von elastischem Gewebe;
4. eine Ringmuskelschicht. Die Luftkanäle sind überdies außen von Zellgewebe mit längs- und schrägverlaufenden Fasern umhüllt. / (ROSSIGNOL *46/47.*)

/ Den kleinsten Säugetieren fehlen Knorpelringe in den Bronchien gänzlich. / (W. KRAUSE *76.*)

Epithel: / Die Bronchien der Säugetiere besitzen ein Flimmerepithel, die feinsten allerdings ein einschichtiges und dasselbe ist von dem Pflasterepithel der Alveolen scharf abgegrenzt. / (BAYER *67.*)

/ Zwischen den Flimmerzellen des Epithels, welche in den größeren Bronchien beim Menschen eine Länge von ca. 0,08 mm haben, in den kleinen etwas niedriger sind, stehen reichlich von F. E. SCHULZE *67* genauer beschriebene Becherzellen, und zwischen den unteren Enden derselben junge, zum Nachrücken bestimmte zellige Elemente. / (F. E. SCHULZE *71*.)

/ Das Epithel in den großen und mittelgroßen Bronchien ist beim Menschen und bei den größeren Tieren ein geschichtetes Flimmerepithel, welches nur etwas niedriger ist, als das Epithel in der Trachea. Bei den kleinen Tieren (Maus, Fledermaus, Ratte) ist das Flimmerepithel der Schleimhaut einschichtig und nur hie und da findet man zwischen den unteren Enden der Flimmerzellen vereinzelte, polyedrische Zellen. Auch in den Bronchien kommen zwischen den Flimmerzellen mehr oder weniger häufig Becherzellen vor.

Drüsen: Die Drüsen sind in den großen Bronchien ebenso reichlich vorhanden, wie in der Trachea, und liegen sehr häufig im lockeren Bindegewebe, zwischen Muskulatur und Knorpel. In den mittelgroßen Bronchien sind die Drüsen spärlich und befinden sich zwischen den Knorpeln, oder nach außen von ihnen. Die Drüsen sind hier gewöhnlich etwas kleiner als in der Trachea, haben aber im allgemeinen denselben Bau; der Ausführgang zeigt bei einigen Tieren Abweichungen. Bei den meisten Tieren ist der Ausführgang ziemlich eng und von einem prismatischen Epithel ausgekleidet, beim Menschen, bei der Katze, beim Schaf und beim Pferde ist der Ausführgang recht weit, klaffend und das geschichtete Flimmerepithel der Schleimhaut setzt sich, nur etwas niedriger werdend, in den Ausführgang hinein fort und geht erst in der Tiefe desselben in ein einfaches, prismatisches Epithel über. Oft ist der Ausführgang an einer Stelle ampullenartig erweitert, und man findet die Ampulle dann immer von geschichtetem Flimmerepithel ausgekleidet. (FRANKENHÄUSER *79*.)

/ Während die Mehrzahl der Autoren, welche die Drüsen der Luftwege der Säugetiere untersucht haben, in die Beschreibung der Trachealdrüsen auch die Bronchialdrüsen mit einschließen, ohne die Besonderheiten der letzteren hervorzuheben, befaßten sich die Arbeiten von BONNE speziell mit den Bronchialdrüsen. Wir dürfen nach diesem Autor (BONNE *01a*) annehmen, daß weitaus die größere Mehrzahl der Bronchialdrüsen der Säugetiere aus serösen Drüsen (granulierte, mehr oder weniger eiweißreiche Zellen) besteht. Auch beim Rind, bei dem Schläuche (Acini) vorkommen, die ausschließlich oder größtenteils aus Schleimzellen bestehen, sind letztere immer nur in geringer Zahl vorhanden und bilden niemals beträchtliche Anhäufungen. / (BONNE *01a*.)

/ Die Drüsen der Bronchien betrachtet die Mehrzahl der Autoren als Schleimdrüsen; nur RENAUT beschreibt sie als von serösen Zellen gebildet, beim Menschen bilden sich auf Reiz die Drüsenzellen um und nehmen den mukösen Typus an.

BONNE findet: Die Menge der Drüsen wechselt sehr von einer Art zur anderen; sehr zahlreich beim Menschen und den großen Säugetieren, fehlen sie fast vollständig, bei den Nagetieren, bei denen andererseits die Drüsen der Trachea in gleicher Weise sehr dünn gesät sind.

Beim Schaf und besonders beim Hund sind die serösen Acini bei weitem die zahlreichsten. Beim Rind sind seröse und muköse Acini in ihrer Zahl fast gleich.

Es finden sich gemischte Acini, welche nebeneinanderliegende, muköse und seröse Zellen enthalten, stufenweise geordnet oder ungeordnet, oder endlich in Giannuzzischen Halbmonden angeordnet.

Endlich finden sich Zellen, welche Übergangsstadien darstellen zwischen der serösen und mukösen Struktur.

Solche sind:

Zellen, welche in ihrem Basalteil Zymogenkörner enthalten und deren Apicalzone charakteristische Schleimfärbereaktion zeigt.

Gekörnte Zellen mit zugespitztem Fuß, welcher unter den Körper der benachbarten Zelle eindringt.

Die Ausführgänge nehmen deutlichen Anteil an der Sekretion; an den gefiederten (pennées) oder schlauchförmigen verzweigten Drüsen ist es leicht wahrzunehmen, daß die Zellen sich dem aquiparen Typus nähern in dem Maße, als man sie an Punkten betrachtet, welche der Mündung des Kanals an der Schleimhautoberfläche benachbarter sind oder im Grunde einer Falte. Dieser Übergang ist ziemlich deutlich bei den serösen oder zymopoëtischen Drüsen, er ist es gleichfalls, aber schwieriger zu verfolgen, in den muciparen Drüsen.

Ferner findet BONNE: Bei den Nagern findet man unter den Drüsen, welche nach außen vom Knorpelring liegen, Acini, welche Flimmerzellen enthalten; die Flimmerzellen scheinen keinen Anteil an der Sekretion zu nehmen.

Man findet dagegen bei denselben Tieren wahre Krypten, Schleimhauteinstülpungen, welche vollständig den Lieberkühnschen Drüsen des Darmes gleichen; die Zellen des tiefen Teils des Schlauches zeigen keine Cilien und sind niedriger als die der Oberfläche. / (BONNE *01a* und *b*.)

Basalmembran: / Gegen das Epithel grenzt sich die innere Faserschicht bei allen Tieren durch eine sehr zarte, kernhaltige Basalmembran ab. Beim Menschen ist die Basalmembran in den großen Bronchien etwas dicker und trübe, ebenso wie in der Trachealschleimhaut. / (FRANKENHÄUSER *79*.)

Innere Faserschicht: / In der inneren Faserschicht bilden zu Bündeln zusammengedrängte elastische Längsfasern 14—20 in das Bronchiallumen leistenartig vorspringende Längsfalten. Das Stroma wird durch lockeres Bindegewebe mit zarten, ebenfalls vorwiegend längsgerichteten Fasern gebildet, welches sich an der Innenseite zu einer hyalinen Grenzschicht verdichtet. Auf dieser letzteren, der sogenannten Basalmembran, steht das alle Bronchien der bisher berücksichtigten Weite auskleidende Flimmerzylinderepithel. / (F. E. SCHULZE *71*.)

/ Bei den größeren Tieren kann man in der inneren Faserschicht mehrere Lagen unterscheiden, die bei den kleinen Tieren nicht scharf hervortreten. Die innere Faserschicht hat auch hier ein bindegewebiges Gerüst, in welches zu innerst besonders lymphoide Zellen und weiter nach außen längsverlaufende, elastische Fasern eingelagert sind. Die elastischen Fasern sind in der inneren Faserschicht der Bronchien nicht gleichmäßig verteilt, sondern in den Falten der Schleimhaut stärker angehäuft und zwischen den Falten nur spärlich vorhanden. / (FRANKENHÄUSER *79*.)

Muskelschicht: / Soweit die Knorpelstreifen reichen, setzen sich die Muskelfasern an der inneren Seite der beiden Enden jedes Knorpels in seinem Perichondrium fest, divergieren ein wenig, um den Raum, den die Reifen zwischen sich lassen, auszufüllen, und bilden so eine Muskelwand, die auf dem Fasergewebe, welches die Knorpelreifen hinten er-

gänzt, ausgebreitet ist. „Sowie nun die Knorpel aufhören reifförmig zu sein, legen sich die Muskelfasern im ganzen Umkreise herum, indem sie über den Knorpelplättchen hinlaufen und sich auf diesen festsetzen. Allein sie verschwinden nicht mit den Knorpeln; denn ob sie gleich äußerst fein werden, so kann man sie doch mit der Lupe so weit verfolgen, als es möglich ein Luftröhrchen mit dem Messer zu öffnen, besonders wenn man eine Lunge von einem älteren robusten Manne zur Untersuchung nimmt, und daß sie sich auch bis an die Endungen der Luftröhre finden, scheint" REISSEISEN „aus der ununterbrochenen Fortsetzung dieser Röhre, und aus dem Bedürfnis der Kontraktilität, welches diesen Endungen mit den größeren Ästchen gemein ist, zu folgen." / (REISSEISEN *08* u. *22*.)

/ In den Bronchien bilden die Muskelbündel eine überall geschlossene Schicht. / (E. SCHULTZ *50*.)

/ Die Dicke der Muskelschicht beträgt an knorpelfreien Stellen in den größten Bronchien des Pferdes ca. 0,5 mm, des Menschen 0,3, des Hundes 0,2—0,1, der Ratte 0,005, bei menschlichen Bronchien von 4 mm Durchmesser 0,1 mm, bei solchen von 2 mm Durchmesser 0,05 mm. Unter den Knorpeln sind die Muskelzüge gewöhnlich schwächer. / (F. E. SCHULZE *71*.)

/ TURNER *77* spricht auch von einer Muscularis mucosae in den Bronchien.

Die Ringmuskulatur bildet nur beim Menschen eine fast kontinuierliche, muskulöse Röhre, die in ihrer Kontinuität nur sehr geringe Unterbrechungen zeigt. Bei den Tieren schieben sich ziemlich starke Bindegewebsmassen zwischen die Muskelfaserbündel ein. Bei dem Eichhörnchen verlaufen die glatten Muskelfaserbündel in knorpelhaltigen Bronchien nicht zirkulär, einen Ring bildend, sondern inserieren sich an den Knorpelenden und erst in den knorpelfreien Bronchien findet man eine vollständige Ringmuskulatar. Die Dicke der Ringmuskelschicht wechselt mit der Größe der Bronchien. / (FRANKENHÄUSER *79*.)

/ LAUNOIS und MORAU nennen die Bronchialmuskulatur, Muskel von REISSEISEN, nach dem Autor, welcher dieselben zuerst beschrieben hat. / (LAUNOIS et MORAU *92*.)

/ Die glatte Muskulatur, welche vom Larynx bis in die feinsten intrapulmonalen Bronchen kontinuierlich ist, zeigt nicht dieselbe Anordnung in der Trachea, wie in der Lunge. Der Trachealmuskel bildet sich im Hilus zum Muskel von Reißeisen um.

Muskeln der extrapulmonären Bronchen. Bei allen untersuchten Tieren sind die Muskeln der beiden extrapulmonalen Bronchen ähnlich denen der Trachea; dieselben sollten daher vielmehr den Namen kleiner Tracheen tragen, denn sie stellen vollständig ein Modell der Trachea im kleinen dar; sie haben keineswegs die Struktur der intrapulmonalen Bronchien. Erst vom Hilus an beginnt eine Modifikation in der Struktur.

In der Lunge stellt sich der Muskel von Reisseisen (wie auch die Muskelanordnung in der Trachea sein mag) als ein vollständiger zwischen Mucosa und Knorpel gelegener Ring dar. Dessen Kontraktion verursacht die Faltenbildung der Mucosa des Bronchus.

Unterschiede bei den verschiedenen Tieren zeigt der Reißeisensche Muskel in der Dicke und in der homogenen Beschaffenheit, außerdem begleitet der Knorpel den Muskel bei manchen Tieren weiter als bei anderen, so findet man beim Igel Knorpel noch um Bronchien von sehr kleinem Kaliber.

Wie man nach den Angaben von Aeby, daß der Bronchus des Unterlappens die Fortsetzung des Stammbronchus ist, annehmen muß, finden sich tatsächlich die Muskel und Knorpel der Trachea im Bronchus des Unterlappens wieder; ein neuer Muskel dagegen in den Bronchien des Oberlappens und Mittellappens.

Guieysse hat diese Verhältnisse an Serienschnitten von Kaninchen und Meerschweinchen und an einzelnen aus verschiedenen Höhen bei anderen Tieren untersucht und die Tatsachen übereinstimmend gefunden.

Das Kaninchen ist für die Untersuchung dieser Frage besonders geeignet, da der Trachealmuskel außen am Trachealknorpel inseriert, so

Fig. 299. Fig. 300.

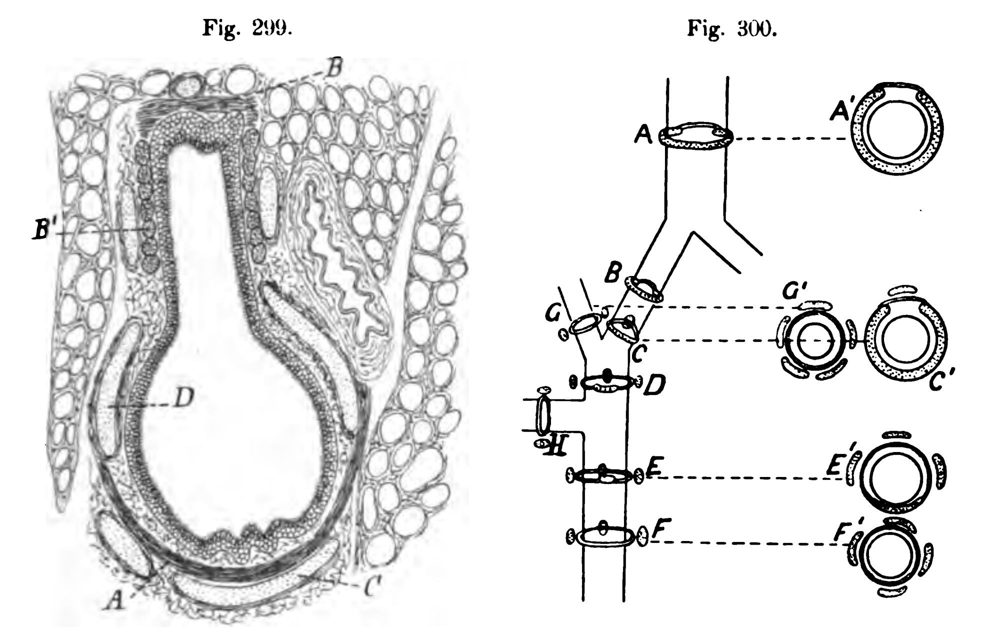


Fig. 299. **Schnitt durch den Stammbronchus vom Kaninchen** an der Abgangsstelle des Bronchus des Oberlappens. *A* Trachealmuskel, *B* Reisseisenscher Muskel, geschnitten in *B'*, *C* Bronchialknorpel, *D* Trachealknorpel. (Nach Guieysse *98*.)

Fig. 300. **Schema der Bronchialteilung.** *A A'* Trachea, *B* Stammbronchus, ähnlich der Trachea, *C C'* und *G G'* Stammbronchus mit bronchialer Knorpelplatte und Bronchus des Oberlappens mit vollständigem Reisseisenschem Muskel, *D* Stammbronchus im Zwischenraum zwischen oberem und mittlerem Lappen, mit mehrefen Knorpelplatten, *H* Bronchus des Mittellappens, *E E'* und *F F'* vollständige Umbildung des Trachealmuskels in den Reisseisenschen Muskel. (Nach Guieysse *98*.)

daß sich derselbe stets von dem nach innen vom Knorpel gelegenen Reisseisenschen Muskel unterscheiden läßt. Fig. 299 zeigt den Übergang des rechten Stammbronchus in den Bronchus des rechten Oberlappens. Weiter nach abwärts (siehe Fig. 300) besteht das Skelett des Stammbronchus aus dem sehr schwach gewordenen Trachealknorpel mit außen liegenden Muskelinsertionen und verstärkenden Knorpelplatten, welche wie die der intrapulmonalen Bronchien liegen. An der Abzweigungsstelle des Bronchus des Mittellappens vollzieht sich das Auftreten des Reisseisenschen Muskels wie beim Bronchus des Oberlappens. Im Bronchus des Unterlappens schwindet der Trachealknorpel, welcher zunächst noch dem Muskel zum Ansatz dient, allmählich im weiteren Verlauf vollständig. So bildet sich auch hier der Trachealmuskel zum Reisseisenschen Muskel um. Dieser

Bronchus zeigt also in seinem intrapulmonären Verlauf noch eine Zeitlang extrapulmonäre Charaktere. In der linken Lunge verhält sich die Teilung ebenso, nur daß hier kein Bronchus des Oberlappens auftritt.

Beim Meerschweinchen vollzieht sich der Übergang ebenso, doch ist hier mehr Aufmerksamkeit erforderlich, weil der Trachealmuskel innen inseriert, so daß er weniger leicht vom Bronchialmuskel zu unterscheiden ist. Doch ist der Unterschied darin gegeben, daß der Trachealmuskel Insertionen erhält, der Bronchialmuskel dagegen nicht.

Beim Menschen und Affen verhält sich der Übergang ebenso. Bei Hund und Katze bestehen Schwierigkeiten für die Untersuchung, weil sich der Übergang auf einem sehr kleinen Raum vollzieht, der schwer aufzufinden ist. / (GUIEYSSE *98*.)

/ „Die glatten Muskeln der primitiven Bronchien der Embryonen liegen, wie STIEDA (in Zeitschr. f. wiss. Zool., Suppl.-Bd. XXX) bei einem 120 mm langen Schaffötus fand, dem Epithel dicht an und KÖLLIKER, welcher diese Tatsache weiter verfolgte, kam zu dem Schlusse, daß die Muskeln der primitiven Bronchien in der Tat aus den Epithelzellen abstammen, mithin entodermalen Ursprunges sind (in Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XL und Köllikers Handbuch, Bd. I, p. 138). /" (V. EBNER *99*.)

/ KOTZENBERG hat diese Frage an Mäuseembryonen untersucht und kommt zu folgenden Resultaten: Die Anlage der Lunge bei der Maus erfolgt bilateral durch Ausstülpung zweier Bläschen aus der rinnenförmig vorgebuchteten vorderen Schlundrohrwand. Erst wenn diese primären Lungenbläschen sich zu zwei primitiven Bronchien ausgewachsen haben, beginnt die Abschnürung der genannten Rinne vom Darmrohr und ihre Umwandlung in die Trachea. — Die Entwicklung der glatten Muskulatur der Bronchien geht sehr frühzeitig vor sich aus den dem Epithelrohr zunächst gelegenen Kernen des Mesenchyms. Sie wird eingeleitet durch eine ringförmige Schichtung der Mesenchymkerne um das Röhrchen und das Auftreten zahlreicher Mitosen in dieser Zone. / (KOTZENBERG *02*.)

Über die Entstehung der Muskulatur in der Lunge sind auch die Bemerkungen von FANNY MOSER *02* (siehe dort, p. 635) von Bedeutung, wonach die Reptilienlunge für die Untersuchung dieser Frage besonders geeignet und daran zu denken wäre, ob nicht die sogenannten Keilzellen zu den Muskelzellen Beziehungen haben.

/ KOEPKE befaßte sich mit dem Mechanismus der Expektoration. Nach KOEPKE genügt im normalen Zustande die Arbeit der Flimmerzellen, um die nur gering produzierte Schleimschicht mit den eingeatmeten Staubteilchen aus den tieferen Luftwegen in die oberen zu befördern, wo sie die dort empfindlichere Bronchial-, Tracheal- oder Larynxschleimhaut reizen, wodurch reflektorisch der Husten ausgelöst wird, welcher die bereits zusammengeballten Schleimmassen durch die Glottis in Rachen und Mundhöhle schleudert. Bei pathologisch verstärkter Sekretion dagegen bewirken die glatten Muskelfasern in den Alveolen (siehe diese) durch Kontraktion, in den Bronchiolen, kleinen und mittleren Bronchien durch Kontraktion nach peristaltischem Typus die Aufwärtsbewegung der Massen bis in die größeren Bronchien, wo dann wieder reflektorisch der Husten hervorgerufen wird, der ihre endgültige Austreibung besorgt. / (KOEPKE *99*.)

Über die Bedeutung der Bronchialmuskulatur habe ich mich brieflich folgendermaßen geäußert: „Ein mechanischer Einfluß der Bronchialmuskulatur bei der Kontraktion auf die Sekretion der Bronchialdrüsen kann wohl kaum ganz geleugnet werden, doch darf diese Tätigkeit nur

als eine nebensächliche und keineswegs als die wichtigste und ausschließliche Funktion der Bronchialmuskulatur betrachtet werden."

Äußere Faserschicht. / Die äußere Faserschicht macht mehr als die Hälfte der ganzen Wanddicke aus und besteht hauptsächlich aus derbem, faserigem Bindegewebe und eingelagerten Knorpelplatten. Aus den mit ihren scharfen Kanten fast aneinanderstoßenden, bei manchen Tieren, z. B. beim Schweine, sogar sich etwas übereinanderschiebenden Halbringen werden beim Menschen sehr bald, bei größeren Tieren (Pferd, Kuh) erst nach einigen Bronchialverästelungen unregelmäßig eckige, mit kurzen Fortsätzen versehene Platten, welche, regellos verteilt, allmählich kleiner werden und weiter auseinanderrücken, bis sie endlich nur noch ganz vereinzelt, besonders an den Teilungswinkeln, als zarte Scheibchen oder Spangen auftreten und bei den Bronchialzweigen unter 1,5—1 mm Durchmesser ganz verschwinden. Bei sehr kleinen Säugetieren (Hausmaus und einige Fledermäuse, z. B. Vesperugo pipistrellus), deren größte Bronchien diesen Durchmesser kaum erreichen, können daher die Knorpel in der Lunge vollständig fehlen.

Das Grundgewebe der äußeren Faserschicht, welches da, wo Knorpelstücke eingelagert sind, für diese ein Perichondrium darstellt, besteht aus derben Längszügen parallelfaserigen Bindegewebes, zwischen welchen dünnere, zirkuläre Lagen desselben Gewebes durchlaufen, ja selbst hier und da (besonders in den äußeren Partien der ganzen Schicht) mit jenen in regulärer Folge schichtartig abwechseln. Es ist durchzogen von längsgerichteten Netzen elastischer Fasern. Im inneren Teil dieser Faserschicht liegen Drüsen, welche zugleich mit den Knorpeln gänzlich aufhören. Die Drüsenausführgänge zeigen besonders bei Individuen höheren Alters an manchen Stellen ampullenartige Erweiterungen. / (F. E. SCHULZE *71.*)

/ Die äußere Faserschicht schließt die Knorpel ein, ist meist ziemlich stark entwickelt und zeigt denselben Bau, wie an der Trachea. Nach innen von der äußeren Faserschicht folgt eine in ihrer Stärke sehr wechselnde Lage von lockerem Bindegewebe, die meist ziemlich reichlich lymphoide Zellen enthält. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

/ Im **Knorpel** liegen in der ganzen Rindenschicht die flachen Zellen mit den breiten Flächen der Oberfläche parallel, nach innen zu ordnen sich die dort mehr rundlichen Zellen (oft noch durch die sog. sekundären Knorpelkapseln zu länglichen Haufen vereint) in senkrecht zur Oberfläche stehenden Reihen, so daß also, wenn wir speziell die feste Knorpelgrundsubstanz berücksichtigen, die parallel den Endflächen geschichteten beiden Rindenlagen durch querlaufende Strebebalken verbunden erscheinen. / (F. E. SCHULZE *71.*)

/ Die Ausbildung des Knorpelgerüstes der Bronchien zeigt beachtenswerte Differenzen. Sehr wenig entwickelt ist es bei manchen Beuteltieren, Prosimiern und Chiropteren und kann sogar gänzlich fehlen, auch bei einzelnen Affen (Mycetes). Sehr vollständig tritt es bei den Cetaceen auf. Bei den Walen besteht auch eine Kommunikation der Bronchien untereinander, wie von älteren Beobachtern angegeben wird (J. HUNTER, MECKEL, RAPP). / (GEGENBAUR *01.*)

Adventitia: / Die Adventitia besteht aus lockerem, faserigem Bindegewebe, und enthält hier und da auch Fettgewebe. / (F. E. SCHULZE *71.*)

/ In den äußeren Partien der Faserhaut finden sich nicht selten (Bronchien der Haussäugetiere) Fettzellen, einzeln oder in Träubchen

gruppiert, auch lymphnoduläre Einsprengungen treten darin zuweilen, besonders beim Schweine auf. / (SUSSDORF in ELLENBERGER *84.*)

/ In der Schleimhaut des Atmungsapparates werden die **elastischen Fasern**, die schon im oberen Teil häufig sind, immer zahlreicher, je mehr man sich den letzten Teilungen der Bronchien nähert. Ebenso werden die Blutgefäße in der Bronchialschleimhaut mächtiger und in den Lungenläppchen, welche beinahe ausschließlich aus elastischen Fasern und Blutkapillaren bestehen. Ebenso finden sich die bedeutendsten Lymphgefäße im Endabschnitt der Atemschleimhaut. Alle die so zahlreichen und so voluminösen Lymphgefäße, welche gegen die Lungenwurzel zu konvergieren, um in die Bronchialknoten zu münden, nehmen ihren Ursprung von den Lungenläppchen. Der Bronchialbaum ist reich an Nervenverzweigungen. Die Atemschleimhaut hat also folgende Eigenschaften: Dichtigkeit, Widerstandsfähigkeit, Menge an Blutgefäßen, Wichtigkeit der Lymphgefäße, Reichtum an elastischen Fasern, lebhafte Sensibilität, abhängig von der Zahl und dem Volumen der Nerven, welche sie erhält. / (SAPPEY *94.*)

Kleinere Bronchien.

/ In den Bronchien unter 1 mm erfährt die äußere Faserschicht eine so bedeutende Verschmälerung, daß ihre Dicke in menschlichen Bronchien von 0,4 mm Durchmesser nur 0,02 mm beträgt und gegen das letzte Ende hin fast gänzlich schwindet. Gebildet wird die äußere Faserschicht hier aus längsgerichteten Bindegewebsfaserzügen mit eingelagerten feinen, elastischen Längsfasern. Die Muskelschicht, bestehend aus zirkulär laufenden glatten Muskelfasern, löst sich, allmählich dünner werdend, gegen das Ende der letzten Zweige in einzelne, durch mehr oder weniger breite Spalten getrennte Ringzüge auf, die oft nur aus einer einzigen Lage von Muskelzellen gebildet werden, dafür aber mit ebenfalls querlaufenden, feinen, elastischen Fasern durchwebt sind. Auch die elastischen Längszüge der inneren Faserschicht setzen sich in die kleineren Bronchien fort. Das Epithel wird gegen das Ende der feinsten Bronchien allmählich niedriger, so daß die Höhe der Zellen bald den Dickendurchmesser nicht mehr übertrifft und sie endlich selbst Plattenform annehmen. In der Nähe des Überganges der Bronchien in die Alveolengänge verlieren sich die Flimmer- und die Becherzellen. / (F. E. SCHULZE *71.*)

/ Die kleinsten Bronchien (Bronchioli) besitzen in ihrer Wand: faseriges Bindegewebe, eine Schicht glatter Muskelfasern und ein einfaches (zylindrisches oder prismatisches) Epithel, welches bei verschiedenen Tierspecies nicht die gleiche Höhe besitzt. Die Höhe einer Epithelzelle in der Lunge der Maus bestimmte L. STIEDA auf 0,030 mm, die Breite auf 0,015 mm, beim Pferd 0,018 mm Höhe, 0,012 mm Breite. Über die Existenz von Flimmern an diesen Epithelien der Bronchioli konnte sich L. STIEDA nicht mit Sicherheit überzeugen. STIEDA findet: „Die Bronchien gehen, nachdem sie sich vielfach geteilt und verästelt haben, schließlich über in verzweigte, unregelmäßig ausgebuchtete Kanäle, welche blind enden — das sind die Alveolengänge SCHULZEs (siehe diese unten). Die kleinsten Bronchien (Bronchioli) sind glattwandige, zylindrische Röhren. Aus diesen gehen (siehe Fig. 301 und 302) hervor: Kanäle, versehen mit Ausbuchtungen — Alveoli —. / (STIEDA *78.*)

/ In den kleinen, knorpelhaltigen Bronchien haben besonders die äußere und die innere Faserschicht an Stärke abgenommen. Die äußere

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Faserschicht ist fast vollständig geschwunden. Die Ringmuskulatur ist schwächer als in den großen Bronchien, doch immerhin gut entwickelt. Die innere Faserschicht besteht aus wenigen elastischen, längsverlaufenden Fasern, die in etwas Bindegewebe eingeschlossen sind und enthält vereinzelte lymphoide Zellen. Unter dem Epithel findet man eine zarte, kernhaltige Basalmembran. Das Epithel dieser Bronchien ist bei den größeren Tieren noch geschichtet und trägt Flimmerhärchen. In den kleinen knorpelhaltigen Bronchien findet man vereinzelte kleine, einfach gebaute Drüsen. Die Drüsen liegen immer nach außen von den Knorpeln und bestehen aus einem ziemlich langen Ausführgang, an welchem wenige einfache oder verästelte, bisweilen recht lange, röhrenförmige Drüsenschläuche hängen. Hie und da besteht die Drüse aus einer einfachen, langgestreckten Röhre, die nur an ihrem Ende etwas gewunden ist. Auch in den Ausführgang dieser Drüsen geht bisweilen das Flimmerepithel über (Schaf), doch findet man gewöhnlich ein niedriges, prismatisches Epithel in den Ausführgängen, und in den Drüsenschläuchen dasselbe Epithel wie in den Trachealschleimdrüsen.

Fig. 301. Fig. 302.

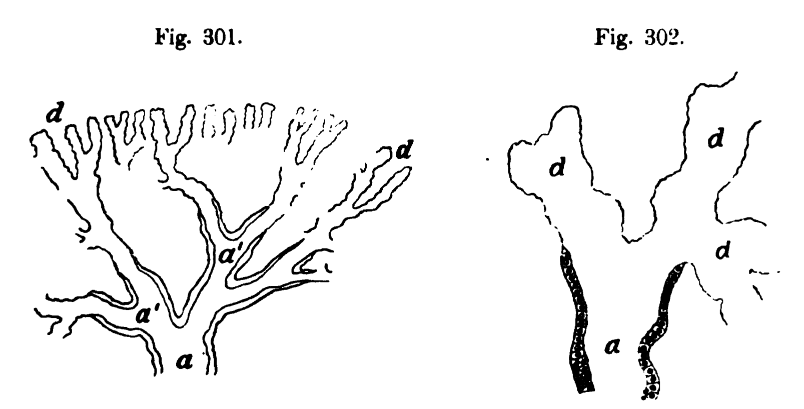


Fig. 301. **Lunge von der Maus.** Die Figur zeigt den Übergang eines kleinen Bronchialastes in Bronchioli (*a' a'*) und in Alveolengänge (*d*). Vergrößerung 80fach, reduziert auf 4/5. (Nach L. STIEDA *78*.)

Fig. 302. **Lunge von der Maus.** *a* Bronchiolus, *d* Alveolengänge. Vergr. 300fach, reduziert auf 4/5. (Nach L. STIEDA *78*.)

In den kleinen knorpellosen Bronchien (Mensch 0,4, Schaf 0,3, Dachs 0,5, Meerschwein 0,3 mm) hat die Bronchialwand eine sehr geringe Dicke und besteht aus einem ziemlich niedrigen Flimmerepithel, einer homogenen Basalmembran, welcher nur hie und da elastische Fasern anliegen, und einer zirkulären Muskelschicht. Die äußere Faserschicht fehlt entweder vollständig oder besteht aus wenigen Bindegewebsfasern. Sehr selten findet man an diesen Bronchien noch Drüsen, die dann immer einfache oder geteilte Blindschläuche sind. Bei den Tieren, welche die Knorpel der Bronchialwand früh verlieren, ist die äußere Faserschicht meist sehr stark entwickelt und besteht aus sehr derbem Bindegewebe. Bei dem Maulwurf, der zu dieser Gruppe von Tieren gehört, sind in den großen Bronchien Schleimdrüsen sehr reichlich vorhanden und liegen in der äußeren Faserschicht. Bei den übrigen Tieren dieser Gruppe fehlen die Drüsen vollständig den in der Lunge befindlichen Bronchien. / (FRANKENHÄUSER *79*.)

/In den Teilungen der Luftkanäle der letzten Ordnungen verschwindet die Muskelschicht und die Bronchialwände zeigen nur noch elastische Längsfasern, außen von zelligen Fasern überkleidet.

Die Schleimschicht der Bronchialschleimhaut ist im Lungenläppchen auf eine durchsichtige dünne Schicht ohne Spur von Fasern reduziert. Die elastische Schicht hielt HENLE (Allg. Anat., Bd. II, p. 119 und 120) irrtümlich für die Umwandlung elastischer Längsbündel in glatte Muskelfasern./ (ROSSIGNOL *46/47.*)

/Von einer Weite beim Pferde von etwa 0,7—1,0 mm ab fehlen Knorpel in der Bronchialwand meist ganz, während sie bei Rind und Schwein noch bis in die feinsten interlobulären Bronchien von zirka 0,4 resp. 0,25 mm Weite verfolgt werden können.

In den kleineren Bronchien bilden die Drüsen beim Pferde oft nur bauchig erweiterte Schläuche. In den kleineren Bronchien ist der Drüsengehalt jedenfalls ein sehr geringer, am bedeutendsten noch beim Schweine.

Beim Rinde, dessen Bronchien noch bei einer Weite von 0,4 mm aus drei Knorpelkernen bestehende Ringe besitzen, fand SUSSDORF schon bei 1 mm Weite und früher keine Andeutung von Drüsen mehr.

In den kleinsten interlobulären Bronchien beim Pferde, welche keine Knorpelkerne mehr tragen, hat die Faserhaut verhältnismäßig mehr an Breite abgenommen als die anderen Schichten, bei den Wiederkäuern und Schweinen fällt das wegen des Nochvorhandenseins von Knorpelkernen nicht besonders auf. Die Faltenbildung der Schleimhaut tritt beim Pferde weniger hervor, als bei den anderen Haussäugetieren.

Die letzten (intralobulären) Bronchiolen sind beim Pferde 0,22 bis 0,58 mm, beim Rinde durchschnittlich 0,275 und beim Schweine 0,105 bis 0,150 weit.

Nach SCHOTTELIUS verengen sich bei unseren Fleischfressern die Terminalbronchien gegen die Alveolen hin stark und diese sollen wie dicke maulbeerartige Früchte auf dünnen Stielen den Terminalbronchien ansitzen, während bei den Pflanzenfressern (Schaf etc.) die Alveolengruppen stumpfe Köpfe auf den sehr weiten, sich aber nicht trichterförmig erweiternden Endbronchis bildeten./ (SUSSDORF in ELLENBERGER *84.*)

/Nach KÜTTNER verschwinden die Cilien in den Bronchien im Niveau der sublobulären Bronchien (so nennt SAPPEY den Bronchus des Lungenläppchens). Nach CADIAT und der Mehrzahl der Autoren verliert dagegen das Epithel seine Cilien und wird niedriger erst im Niveau der Endbronchiolen, wenn das Chorion der Schleimhaut eine hyaline Schicht wird und die glatten Muskeln aufhören, eine zusammenhängende Schicht zu bilden./ (LAUNOIS et MORAU *92.*)

/Während beim Menschen der Knorpel der Bronchi an den Bronchioli erst von 1 mm Durchmesser an verschwunden ist, fehlt er bei einigen Beuteltieren und Halbaffen, dann bei Chiroptera und Mycetes schon in relativ stärkeren Zweigen, während sich bei den im Wasser lebenden Tieren auch an engeren noch seine Ringform erhält. So weist BOUVIER bei Hyperoodon nach, daß bei den feinsten, kaum mit unbewaffnetem Auge sichtbaren Verzweigungen noch vollständige Knorpelringe vorhanden sind./ (LECHE in BRONN *unvoll.* Bd. VI, 5, 1.)

Gefäße und Nerven der Bronchien.

Blutgefäße. /Die Kapillarnetze der Bronchien haben in der äußeren Faserschicht unregelmäßige, in der Muskelschicht zirkuläre, in der Faserschicht längsgestreckte Maschen./ (F. E. SCHULZE *71.*)

/ Die die Bronchien begleitenden Gefäße geben Äste in das lockere Gewebe ab, welches unter der Muscularis liegt. In dem lockeren Bindegewebe verzweigen sich die Äste, bilden ein Kapillarnetz für die Drüsen und schicken feine Zweige in die Schleimhaut, die sich hier in ein Kapillarsystem auflösen und auch die Muskelschicht mit einem Kapillarnetz versorgen. / (Frankenhäuser *79*.)

Lymphgefäße. / Das Lymphgefäßsystem des Bronchialbaums erreicht beim Menschen, beim Anfang des Lebens, seine größte Entwicklung, es nimmt ab mit dem Alter; noch mehr nimmt es ab bei den Säugetieren und schwindet vollständig bei Vögeln und Reptilien. / (Sappey *85*.)

/ Die Lymphgefäßnetze der bronchialen Schleimhaut sind sehr auffallend. Die des submukösen Gewebes, d. h. die peribronchialen Lymphgefäße anastomosieren mit denen, welche die pulmonalen Blutgefäße umgeben. / (E. Klein *95*.)

Lymphgewebe. / In den Bronchien findet Turner *77* Lymphoidgewebe gleich unter der Muskelschicht.

Klein beschrieb Lymphnoduli, welche in den knorpelhaltigen Bronchien nach außen von den Knorpeln liegen und in den knorpellosen Bronchien reichen dieselben von der Adventitia durch die Muscularis bis an das Epithel. Die Noduli entstehen in der Wand der perivaskulären Lymphgefäße, bauchen dieselbe in das Gefäß hinein vor und erscheinen so durch eine Lymphspalte begrenzt.

Bei allen von ihm untersuchten Tieren, aber nicht beim Menschen, fand Frankenhäuser in der Bronchialwand sehr oft starke, mehr oder weniger rundliche scharf begrenzte Anhäufungen von lymphoiden Zellen. Diese lymphnoduliartigen Bildungen liegen teils in der Schleimhaut, teils in der äußeren Faserschicht und sehr häufig an der Teilungsstelle der Bronchien oder zwischen dem Bronchus und einem denselben begleitenden, größeren Gefäße. Die Lymphnoduli sind meist teilweise umgeben von einer Lymphspalte. — Beim Menschen sah Frankenhäuser in den größeren Bronchien bisweilen nicht scharf begrenzte Anhäufungen von lymphoiden Zellen die Ausführgänge der Drüsen umgeben, jedoch konnte er hier nie Lymphspalten entdecken. / (Frankenhäuser *79*.)

/ Lymphnoduli finden sich im submukösen Gewebe der Bronchialwand bei Tieren und Mensch. / (E. Klein *95*.)

Nerven: / Die mit den Bronchien ziehenden Nerven zeigen hier und da kleine von Remak entdeckte Ganglien. / (F. E. Schulze *71*.)

/ Nerven treten sehr reichlich an die Bronchien, verlaufen, in der äußeren Faserschicht liegend, eine Strecke weit mit ihnen, verästeln sich und treten in die Muskulatur, in die Schleimhaut und zwischen die Drüsen ein. Fast immer sind die Nerven von zahlreichen Nervenknoten durchsetzt, die teils rundlich sind, teils aber auch spindelförmig erscheinen und sich weit in den Nervenstämmen hinziehen. Sehr selten kommen einzelne Ganglienzellen in den Nerven vor. Die Größe der Ganglienzellen steht im Verhältnis zur Größe des Tieres. Sowohl die Ganglienzellen als auch die Nervenknoten haben kernhaltige, bindegewebige Hüllen. / (Frankenhäuser *79*.)

/ Nachdem von Naumann 1871, Lindemann und Luschka Nerven in der Kehlkopfschleimhaut beschrieben worden waren, unterschied wenig später Ismailoff in der Bronchialschleimhaut verschiedener Säugetiere drei Nervennetze, submukös, mukös und subepithelial. Die Zweige dieses letzteren Netzes, reduziert auf einfache Achsenzylinder, verlieren sich entweder in der subepithelialen Schicht der Mucosa, oder dringen in das

Epithel ein und verteilen sich darin oder endigen, indem sie darüber hinaus vordringen, frei an der Schleimhautoberfläche. Der Autor beschrieb auch besondere Nervenendkörper. / (BENEDICENTI *92.*)

Monotremata.

Echidna aculeata var. typica. Der Bau der Bronchien der Monotremata, von denen ich Echidna im besonderen untersucht habe, zeigt bereits alle jene Eigentümlichkeiten, welche für Säugetiere typisch sind, und wofür ich als leitend oben hingestellt habe die allmähliche Abnahme aller jener, die Trachea aufbauenden Bestandteile. So sehen wir in größeren Bronchien (siehe Fig. 303) Knorpel und Muskulatur und die subepitheliale, elastische Faserschicht stark entwickelt und das hohe Flimmerepithel zeigt noch mehrere (in unserer Figur zwei) Kernreihen. In den kleineren Bronchien (siehe Fig. 304) sind die Knorpel geschwunden, die Muskulatur *M* hat sich zu einer einheitlichen, ringförmigen Lage verbunden. Die äußere, die Muskulatur umhüllende, größere Gefäße

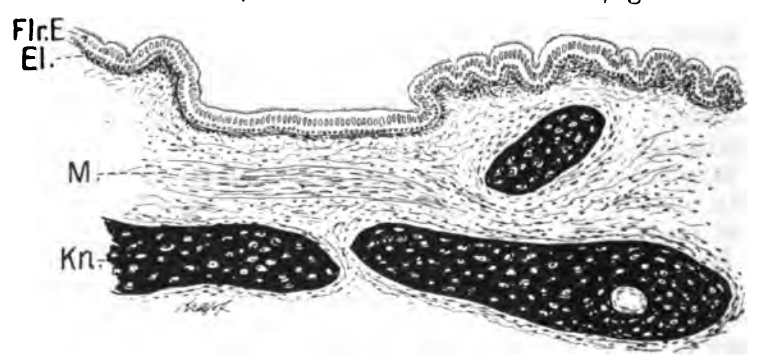


Fig. 303. **Hauptbronchus von Echidna aculeata var. typ.** Querschnitt aus einem Hauptbronchus nahe der Bifurkation der Trachea. *Flr.E* Flimmerepithel, *El* subepitheliale Schicht elastischer Fasern, *M* Muskulatur, *Kn* Knorpel. Vergröß. 116fach, reduziert auf $^4/_5$.

führende Faserschicht stellt die Verbindung mit den benachbarten Alveolen *Al* der Lunge her und schmiegt sich letzteren an. Die subepitheliale, elastische Faserschicht ist wesentlich dünner geworden; jedoch als einheitliche Schicht *El* noch deutlich nachweisbar. — Das Epithel ist bereits beträchtlich niedriger geworden und zeigt nur noch eine Kernreihe. Noduli *N* finden sich hier und da in der Bronchialwand.

Weiteres über den feineren Bau, namentlich der kleineren intrapulmonalen Bronchien der Monotremen siehe unten im Abschnitt: Lunge der Monotremen.

Marsupialia.

Auch bei den Marsupialiern (z. B. Dasyurus) ist ein starker ReissEisenscher Muskel in den Bronchien vorhanden und wird mit dem Schwinden der Knorpel selbständig. Was die Ausdehnung von Knorpel, Muskel und Drüsen nach abwärts in die Lunge anlangt, so muß ich auch hier auf die unten folgende Beschreibung der Lunge der Marsupialier verweisen, da die betreffenden Verhältnisse bei nahe verwandten Species oft verschieden sind und am besten im Zusammenhang mit den der Atmung dienenden Endräumen, in welche sich die Endverzweigungen dieser luftleitenden Wege fortsetzen, dargestellt werden.

Perissodactyla.

Pferd, Equus caballus. / Die großen Bronchien verhalten sich ähnlich der Trachea. Die innere Faserschicht ist zartfaseriger und es findet sich eine Ringmuskelschicht. Schleimdrüsen sind zahlreich, aber meist klein; der Drüsenkörper liegt teils über, teils unter der Muskulatur.

In den mittelgroßen Bronchien sind die Drüsen viel seltener und liegen immer nach außen von der Muskulatur.

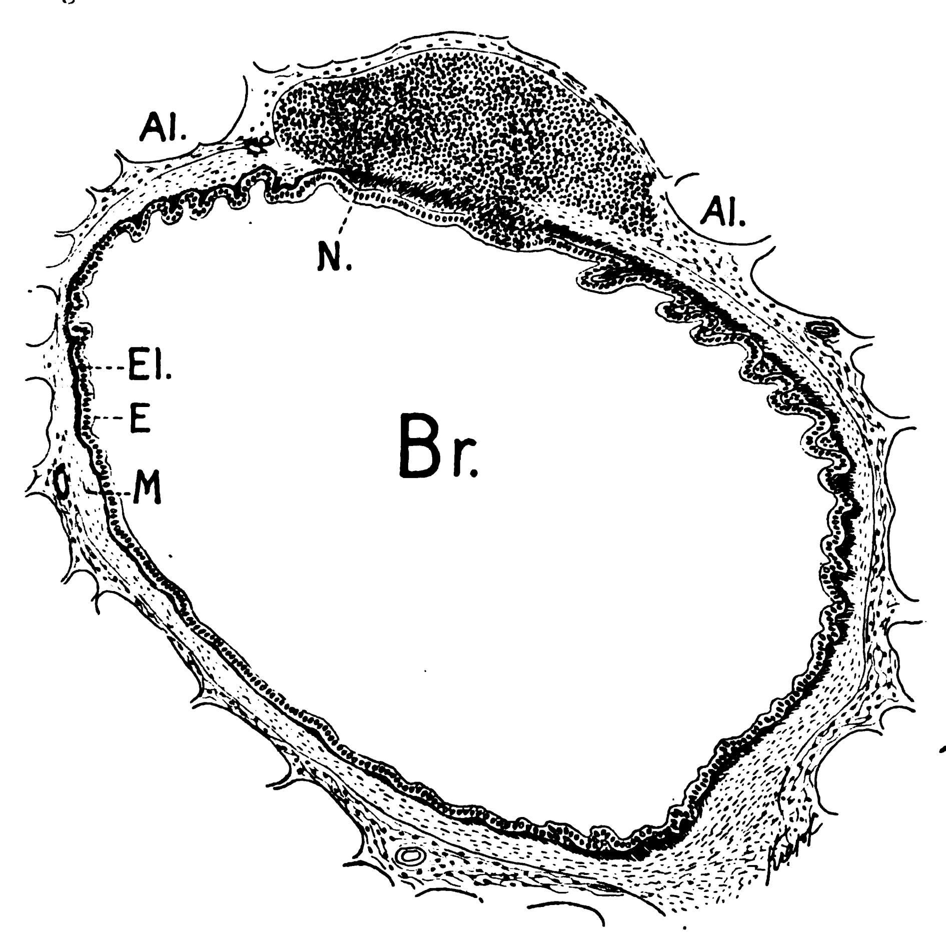


Fig. 304. **Bronchus von Echidna aculeata var. typ.** Querschnitt durch einen knorpelfreien Bronchus von ca. 1 mm Durchmesser. *Br* Lumen des Bronchus, *E* Epithel, *El* subepitheliale elastische Faserschicht, *M* Muscularis, *N* Nodulus, dem Bronchus angelagert, *Al* den Bronchus umgebende Lungenalveolen. Vergrößerung 116fach, reduziert auf $^3/_4$.

In Bronchien von 1,75 mm Durchmesser sind Drüsen äußerst selten und nur einfache oder geteilte Blindschläuche. Das Epithel ist 0,06 mm hoch, die Schleimhaut gefaltet und die innere Faserschicht, die reich an lymphoiden Zellen ist, ist stark entwickelt.

In Bronchien von 0,75 mm Durchmesser fehlen beim Pferd Drüsen und Knorpel, eine Muskelschicht ist vorhanden, das Epithel ist geschichtet.

Die kleinsten Bronchien des Pferdes haben keine innere Faserhaut und ein einschichtiges niedrig zylindrisches Epithel.

Artiodactyla.

Schwein, Sus scropha. Der Bau der großen Bronchien ist derselbe wie der der Trachea. Eine zirkuläre Muskelschicht ist vorhanden, aber schwach entwickelt. Die Schleimdrüsen sind kleiner als in der Trachea. Ihre Ausführgänge sind kurz und weit.

In den Bronchien mittlerer Größe haben die Drüsen beim Schwein häufig sehr weite Ausführgänge, in welche sich das Flimmerepithel der Schleimhaut eine Strecke weit fortsetzt.

Kleine Bronchien: Die Bronchien verlieren fast gleichzeitig Drüsen und Knorpel, das Epithel wird einschichtig und niedrig.

Die Wand der kleinsten Bronchien besteht aus ganz niedrigem zylindrischem Flimmerepithel, einer homogenen Membran und einer dünnen Muskelschicht. / (FRANKENHÄUSER *79*.)

/ In den Bronchien des Schweins erreichen die elastischen Fasern eine besonders starke Entwicklung. / (KLEIN and SMITH *80*.)

/ In der äußeren Faserschicht der mittleren und der kleinen Bronchien des Schweines findet man oft Anhäufungen von lymphoiden Zellen (Lymphnoduli).

Rind, Bos taurus. In den Bronchien fehlen die Lymphnoduli der inneren Faserschicht, doch ist die innerste Schicht sehr reich an lymphoiden Zellen; letztere werden in den kleinen Bronchien spärlicher und fehlen in den kleinsten. Die Schleimdrüsen sind in den größeren Bronchien kleiner als in der Trachea, in den kleineren Bronchialästen sind sie nicht zahlreich und haben einen einfachen Bau. Sie sind teils einfache Säckchen, teils wenig verästelte röhrenförmige Gebilde.

In Bronchien von 0,5 mm, die noch Knorpel und eine gut entwickelte Faserschicht haben, fehlen die Drüsen vollständig. Das Epithel dieser Bronchien ist einschichtig, ziemlich hoch zylindrisch und trägt Flimmerhaare.

In den kleinsten Bronchien des Rindes ist das Epithel niedrig; die innere Faserschicht fehlt und die Muskulatur bildet einen sehr schmalen Ring um das Bronchialrohr.

Schaf, Ovis aries. Die großen Bronchien zeigen im allgemeinen denselben Bau wie in der Trachea, sehr bald findet man jedoch statt der Muskulatur zwischen den Knorpeln eine Ringmuskulatur. Die Drüsen sind in größeren und mittleren Bronchien bisweilen vom selben Bau wie in der Trachea, meist jedoch kleiner und einfacher gebaut. Die Ausführgänge werden von geschichtetem Flimmerepithel ausgekleidet, dasselbe findet man in den sehr oft vorkommenden starken, ampullenartigen Erweiterungen der Ausführgänge.

In den kleineren Bronchien des Schafes sind die Drüsen einfache oder geteilte Blindschläuche, die nur an ihrem Grunde das gewöhnliche Drüsenepithel tragen, sonst aber mit Flimmerepithel ausgekleidet sind. Auch in knorpellosen Bronchien findet man diese Form von Drüsen.

In Bronchien von etwa 0,33 mm Durchmesser fehlen die Drüsen immer. Das Epithel ist einschichtig. Die Ringmuskulatur ist noch ziemlich stark und wird von einer, lymphoide Zellen enthaltenden äußeren Faserschicht umschlossen. / (FRANKENHÄUSER *79*.)

Proboscidea.

/ Wie WATSON erkannte, verlieren die Bronchien beim afrikanischen Elefanten früher als die der meisten übrigen Säuger (exklusive

Heulaffe, Ichneumon u. e. a.) ihre knorpelige Stütze. Die Längsleisten sind bis in Bronchien von $^3/_4$ mm Durchmesser makroskopisch sichtbar. Die umfänglichsten, unmittelbar auf die letzten Knorpelringe folgenden Bronchialabschnitte zeigen folgenden Bau. Auf eine äußere sehr mächtige Lage elastischer Fasern folgt eine dicke Schicht glatter Muskelfasern; hierauf kommt wieder elastisches Gewebe, aber von viel zarterer Beschaffenheit, welches in Form eines Längsbalkengerüstes mit eingelagertem Fette angeordnet ist und, wie es scheint, vereinzelte Längsmuskelzüge zwischen einzelnen Faserbündeln enthält. Nunmehr folgt die Schleimhaut. Die in der Figur von v. MOJSISOVICS dargestellten Längsleisten, welche die Bronchialschleimhaut wie aufgewulstet erscheinen lassen, sind vorzugsweise auf eine gewaltige Entwicklung des Längsbalkengerüstes zu beziehen. / (v. MOJSISOVICS *79*.)

Rodentia.

Hase, Lepus timidus: / Die Drüsen fehlen vollständig. Das Epithel der Mucosa ist geschichtet. In der inneren Faserschicht findet man vereinzelte lymphoide Zellen. In Bronchien von 0,5 mm Durchmesser, welche einschichtiges, zylindrisches Flimmerepithel und eine schwache Muscularis haben, findet man noch kleine Knorpelplatten, besonders an den Teilungsstellen.

Die Bronchien sind reichlich mit Nerven versehen und diese enthalten häufig Nervenknoten.

Kaninchen, Lepus cuniculus: Hier sind die großen Bronchien reicher an Schleimdrüsen als die Trachea. In den mittleren und kleineren Bronchien sind Schleimdrüsen weniger zahlreich, kleiner und einfacher; in kleinen, noch knorpelhaltigen Bronchien sind keine Schleimdrüsen mehr vorhanden. Unter der Ringmuskulatur der Bronchien findet man (bisweilen bis zur Basalmembran reichende) Anhäufungen von lymphoiden Zellen. KLEIN beschreibt Lymphnoduli, die eine runde oder ovale Gestalt haben und zwischen den Gefäßen und Bronchien liegen. / (FRANKENHÄUSER *79*.)

STÖHR und KÖLLIKER kennen von den Bronchien des Kaninchens noduliähnliche Bildungen, von 0,1—0,3 mm Größe, die vor allem nach außen von der Muscularis ihre Lage haben, aber auch zum Teil in die Mucosa hineinragen. / (KÖLLIKER *81*.)

SCHNEIDER gibt eine Abbildung eines Stückes vom Querschnitt eines Bronchus von Lepus cuniculus. Die in SCHNEIDERS Figur erscheinende Zeichnung in der Grundsubstanz des Knorpels kann ich nach meinen Präparaten nicht bestätigen. / (K. C. SCHNEIDER *02*.)

Meerschweinchen, Cavia cobaya: / In den größeren Bronchien ist das Epithel geschichtet, wird dagegen in den kleineren Bronchien einschichtig und sehr niedrig. Die innere Faserschicht enthält sehr wenig lymphoide Elemente. Unter der Ringmuskulatur sind die lymphoiden Zellen reichlich vorhanden. Knorpel finden sich in den Bronchien bis zu 3 mm Durchmesser. Schleimdrüsen kommen nur äußerst spärlich in den größeren Bronchien vor, in den kleineren fehlen sie gänzlich. Die sackförmigen Schleimdrüsen werden von einem ziemlich hohen hellen Epithel ausgekleidet und besitzen eine sehr dünne, mit spindelförmigen Kernen versehene Basalmembran.

KLEIN *75* beschreibt Lymphnoduli, die eine runde oder ovale Gestalt haben und zwischen den Gefäßen und Bronchien liegen.

Ratte: Den Bronchien innerhalb der Lunge fehlen Knorpel und Drüsen, das Epithel ist einschichtig. In den kleinen Bronchien wird die Bronchialwand von niedrigem zylindrischem Flimmerepithel, von der Basalmembran, der noch einzelne elastische Längsfasern anliegen und von der Ringmuskulatur, die hier sehr dünn ist, gebildet.

Auch in den Bronchien der Ratte findet man Lymphnoduli, die jedoch nur selten bis an die Basalmembran reichen.

Nerven sind sehr reichlich vorhanden und tragen sehr häufig Ganglien.

Maus. Den Bronchien fehlen die Schleimdrüsen vollständig und sie verlieren auch die Knorpel gleich nach dem Eintritt in die Lunge.

Eichhörnchen, Sciurus vulgaris. In den Hauptbronchien springt gegen das Lumen die Schleimhaut in zwei einander ziemlich gegenüber liegenden Längsfalten vor, ebenso in den größeren Bronchialästen, soweit dieselben mit Knorpeln versehen sind, nur finden sich hier häufig statt zwei auch drei Längsfalten. In den mit Knorpel versehenen Bronchien (siehe Fig. 305), finden sich starke Bündel von glatten Muskelfasern, die querverlaufend die Knorpel untereinander verbinden, und nur vereinzelte Fasern in die Schleimhaut abgeben, so daß den knorpelhaltigen Bronchien die zirkuläre Muskelschicht fehlt. Dagegen ist dieselbe in den knorpellosen Bronchien gut entwickelt. Schleimdrüsen fehlen beim Eichhörnchen in den Bronchien.

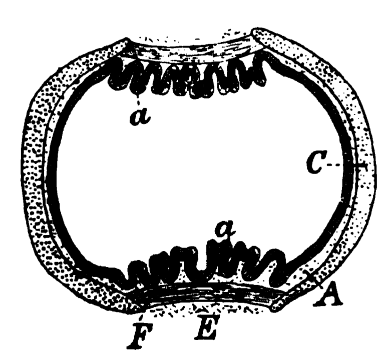


Fig. 305. **Bronchus des Eichhörnchens.** Querschnitt. Völliger Mangel der Drüsen und Fehlen der Ringmuskeln. *A* Mucosa, *C* Knorpel, *E* äußere Faserschicht, *F* Muskulatur, *a* Flimmerepithel. Vergröß. 80fach, reduziert auf $^4/_5$. (Nach FRANKENHÄUSER *79*.)

In der Bronchialwand besonders an den Teilungsstellen der Bronchien, liegen beim Eichhörnchen große rundliche Lymphnoduli. Dieselben erstrecken sich aus der äußeren Faserschicht in die Mucosa bis dicht unter das Epithel und wölben die Schleimhaut leicht gegen das Lumen vor.

An den Nerven der Bronchien finden sich beim Eichhörnchen hie und da Ganglienhaufen.

Fliegendes Eichhörnchen, Pteromys volans. Es fehlen alle Schleimdrüsen. In den Bronchien finden sich zahlreiche Anhäufungen von lymphoiden Elementen./ (FRANKENHÄUSER *79*.)

Auch beim **Ziesel (Spermophilus citillus)** finde ich zahlreiche Noduli an den Bronchien, besonders an den Verzweigungsstellen.

Carnivora.

Hund. Canis familiaris. /Die Hauptbronchien zeigten denselben Bau wie die Trachea, nur ist das Gewebe der inneren Faserschicht zartfaseriger und es setzen sich die Muskeln des membranösen Teils näher den Enden der Knorpel an. Die Drüsen sind kleiner und zahlreicher. Die Mucosa hat Längsfalten. Das Epithel ist etwas niedriger als das der Trachea.

In den kleineren Bronchien werden die Drüsen seltener; sie kommen nur in der äußeren Faserschicht zwischen den Knorpeln vor.

In Bronchien von 0,3 mm Durchmesser fehlen die Knorpel, Drüsen sind spärlich, es findet sich niedriges geschichtetes Flimmerepithel.

In noch kleineren Bronchien fehlen die Drüsen, das Epithel wird einschichtig.

In den kleinsten Bronchien findet man nur ein niedriges, polyedrisches Flimmerepithel und unter diesem eine homogene Membran, die von einzelnen glatten Muskelfasern umgeben wird. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

/ STÖHR und KÖLLIKER kennen von den Bronchien des Hundes noduliähnliche Bildungen von 0,1—0,3 mm Größe, die vor allem nach außen von der Muscularis ihre Lage haben, aber auch zum Teil in die Mucosa hineinragen. / (KÖLLIKER *81.*)

/ An den Teilungsstellen der größeren und mittleren Bronchien bemerkt man sehr häufig, an den die Bronchien begleitenden Nerven, rundliche oder spindelförmige Nervenknoten von verschiedener Größe, welche zuweilen auf eine längere Strecke neben den Nerven hinziehen. An den kleinen Bronchien finden sich Ganglien nur sehr selten, und

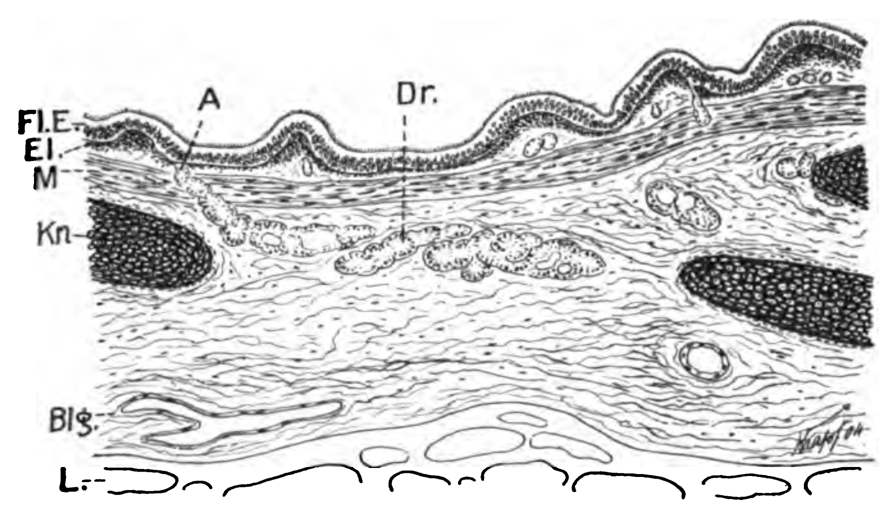


Fig. 306. **Bronchus vom Fuchs (Canis vulpes).** Teil eines Querschnittes von einem intrapulmonalen knorpelhaltigen Bronchus nahe dem Hilus. *Fl.E* Flimmerepithel, *Dr* Drüsen, *A* Drüsenausführgang, *El* subepitheliale elastische Faserschicht, *M* Reisseisenscher Muskel, *Kn* Knorpel, *Blg* Blutgefäß, *L* angrenzende Lungenalveolen. Vergr. 116fach, reduziert auf 4/5.

ebenso selten findet man sie in den tiefsten Schichten der Submucosa, zwischen den Drüsenschläuchen. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

/ Auf den Bronchien findet sich beim Hund längs den Nervenstämmen eine ebensolche Menge von Ganglien, wie auf der Trachea (siehe dort). / (KANDARAZKI *81.*)

Beim 8 Tage alten Hund sind die Knorpel um die Bronchien in der Lunge bereits gebildet, die Drüsen haben sich zwar angelegt und durchbrechen schon die Muscularis, aber sie sind nur wenig verzweigte kurze Schläuche.

Canis vulpes, Fuchs. In Fig. 306 ist ein Querschnitt durch einen intrapulmonalen knorpelhaltigen Bronchus aus der Nähe des Lungenhilus dargestellt. Derselbe zeigt das flimmernde Zylinderepithel mit zwei Kernreihen, die subepitheliale elastische Faserschicht, den Reisseisenschen Muskel und die Lagebeziehungen der reichlich vorhandenen Drüsen zu

den verschiedenen Geweben. Unter der große Blutgefäße enthaltenden äußeren Faserschicht sind noch einige angelagerte Alveolen des Lungengewebes in der Figur dargestellt.

An den Stellen, an denen sich größere Bronchien verzweigen, erstrecken sich die Knorpelplatten bisweilen auch auf die Wand des abgehenden Bronchus, so daß im Schnitt solche Knorpel als Dreistrahl erscheinen, wie sich dies bereits bei niederen Säugetieren findet (siehe darüber meine unten bei Besprechung der Lunge von Phascolarctus cinereus gegebene Figur). Beim Fuchs sah ich an den intrapulmonalen Bronchien gut entwickelte Ganglien. Auch Lymphnoduli kommen vor.

Dachs, Meles taxus. / Die Schleimhaut der Bronchien zeigt denselben Bau wie die der Trachea, nur wird das Gewebe zartfaseriger. In den großen Bronchien werden die Drüsen weniger zahlreich und sind einfacher gebaut. In den mittelgroßen Bronchien finden sich noch ganz vereinzelte, kleine, einfache, tubulöse Drüsen. Den kleinen Bronchien fehlen auch diese. Die Knorpel reichen in den Bronchien fast ebenso weit wie die Drüsen (gegen LEYDIG).

Wiesel. In Bronchien von 0,7 mm Durchmesser fanden sich noch Knorpel und Drüsen, jedoch nicht mehr in kleineren. Die Drüsen sind nicht sehr zahlreich und meist klein. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

Katze, Felis domestica. / Die größeren Bronchien zeigen drei Schichten: eine äußere Faserschicht (die Knorpel einschließend); eine zirkuläre Muskelschicht 0,05 mm dick; und die Mucosa, bestehend aus Epithel und innerer Faserschicht. Die Mucosa springt gegen das Lumen in zahlreichen Längsfalten vor.

Die Ringmuskelschicht zeigt der Länge nach Unterbrechungen in ihrer Kontinuität, welche von Bindegewebe ausgefüllt werden.

Die innere Faserschicht besteht aus bindegewebigem Netzwerk mit eingelagerten elastischen Fasern und lymphoiden Zellen.

Unter der Basalmembran fehlt die in der Trachea vorhandene Rundzellenreihe. Das Epithel ist geschichtetes Flimmerepithel.

Schleimdrüsen sind reichlich vorhanden, gleichmäßig verteilt, in der Form sich den Knorpeln anpassend. Nachdem der Ausführgang die Muskelschicht durchsetzt hat, teilt er sich. Das geschichtete Epithel der Mucosa setzt sich in die Gänge, etwas niedriger werdend, fort. Gewöhnlich an der Durchtrittsstelle durch die Muskelschicht geht das Epithel plötzlich in ein niedriges einfaches polyedrisches Epithel über. Die Basalmembran enthält Kerne.

In den mittelgroßen Bronchien sind die Verhältnisse fast ganz dieselben. Die Schleimdrüsen sind kleiner. Manche Drüsen geben unter der Muskelschicht kurze Schläuche ab, gehen dann durch die äußere Faserschicht, um jenseits der Knorpel nochmals Endschläuche abzugeben.

In Bronchien von 0,3 mm unterscheidet FRANKENHÄUSER: eine äußere Faserschicht, Muskelschicht, Mucosa. Die innere Faserschicht besteht aus Basalmembran, Bindegewebe und elastischen Fasern. Es findet sich in diesen Bronchien niedriges zylindrisches einschichtiges Zylinderepithel. Bisweilen findet man noch kleine aus gabelig geteilten Schläuchen bestehende Drüsen.

In den kleinsten Bronchien findet sich nur niedriges flimmerndes Zylinderepithel, welches auf einer strukturlosen Membran sitzt und von einzelnen glatten Muskelfasern umgeben ist. Eine äußere Faserschicht fehlt.

Lymphoides Gewebe: In den kleinen noch mit Knorpeln versehenen Bronchien sieht man bei der Katze zuweilen Anhäufungen von

lymphoiden Körperchen, die in den tieferen Schichten der Mucosa und in den oberen Schichten der äußeren Faserschicht liegen. Die Mucosa erscheint an diesen Stellen etwas gegen das Lumen vorgewölbt. Zwischen den lymphoiden Zellen findet sich ein sehr zartes bindegewebiges Netzwerk. Im Epithel finden sich in der Trachea Körnchenkugeln (Becherzellen?)

An den größeren Nervenstämmen der Bronchien finden sich oft kleine Ganglien, die mitunter die Nerven bis in die Schleimhaut begleiten und bisweilen zwischen den Drüsenschläuchen liegen. / (FRANKENHÄUSER *79*.)

Insectivora.

Igel, Erinaceus europaeus: / Der Bau der großen Bronchien stimmt ganz mit dem der Trachea überein. Die Schleimdrüsen haben weiten Ausführgang, an welchem nur wenige enge, kurze, meist nicht verästelte Drüsenschläuche hängen. Die Gänge zeigen häufig mit Flimmerepithel ausgekleidete ampullenartige Erweiterungen gleich unter der Ringmuskulatur. Sehr bald nach dem Eintritt in die Lunge verlieren die Bronchien ihre Knorpel. Die Schleimdrüsen sind an diesen großen knorpellosen Bronchien sehr spärlich und an den kleinen Bronchien fehlen sie vollständig. Die Drüsen der knorpellosen Bronchien sind kurze, einfache oder geteilte Blindschläuche. Die Nerven sind hier (wie in der Trachea) sehr reichlich von Ganglienhaufen durchsetzt. / (FRANKENHÄUSER *79*.)

An kleinen drüsen- und knorpelfreien Bronchien vermochte ich Ganglienhaufen zu sehen, welche im Querschnitt etwa 8—10 sehr deutliche Ganglienzellen zeigten.

Maulwurf, Talpa europaea: / Die Bronchien verlieren ihre Knorpel gleich nach ihrem Eintritt in die Lunge. Die äußere Faserschicht ist an den großen Bronchien stark entwickelt. Drüsen sind in den großen Bronchien stets reichlich vorhanden und finden sich besonders an deren Teilungsstellen. In den kleineren Bronchien fehlen die Drüsen. / (FRANKENHÄUSER *79*.)

Chiroptera.

Fledermaus, Vespertilio murinus: / Drüsen sind spärlicher als in der Trachea. Beim Eintritt in die Lunge verlieren die Bronchien Knorpel und Drüsen. Das Epithel der Schleimhaut ist einschichtig und enthält nur vereinzelte polyedrische Zellen zwischen den unteren Enden der Flimmerzellen.

In der Bronchialwand, besonders an den Teilungsstellen der Bronchien findet man unter der Muscularis Anhäufungen von lymphoiden Zellen. / (FRANKENHÄUSER *79*.)

Bei **Plecotus auritus** verhalten sich die Bronchien ähnlich wie bei Vespertilio murinus; auch die Anhäufungen von lymphoiden Zellen fehlen nicht.

Mensch.

Über die makroskopische Anatomie der Bronchialverästelung der menschlichen Lunge vergl. die Lehrbücher der menschlichen Anatomie, z. B. SAPPEY *89*, p. 408 ff., RAUBER *97*, p. 639 ff. und MERKEL *02*, p. 63 ff. und p. 90 ff.

Für die folgende Schilderung teile ich mit FRANKENHÄUSER ein in:

/ 1. Hauptbronchien;

2. große und mittlere Bronchien;

3. kleine, knorpelhaltige (von 3 mm Durchmesser ab);
4. kleine, knorpellose Bronchien. / (**Frankenhäuser** *79.*)

/ **Berdal** teilt die Bronchien in drei Gruppen: die erste Gruppe umfaßt die großen Bronchien, deren hinterer Teil abgeplattet ist, wie die Trachea; die zweite verbreitetere Gruppe umfaßt alle zylindrischen Bronchien, deren Durchmesser über 1 mm beträgt; die dritte Gruppe wird gebildet durch die Bronchien, deren Durchmesser unter 1 mm beträgt. In den ersten dicken Bronchien liegen die glatten Muskelfasern, wie in der Trachea, in den entfernteren Bronchien bilden sie kleine Bündel, welche unter dem Namen Muskel von **Reisseisen** bekannt sind. / (**Berdal** *94.*)

/ **Kölliker** unterscheidet folgende Schichten: Die Bronchien besitzen zwei Häute, eine Faserhaut, zum Teil noch mit Knorpeln und eine Schleimhaut mit einer glatten Muskellage. Die Schleimhaut besteht aus drei Lagen, einer äußersten elastischen Längsfaserhaut, einer homogenen Schicht und dem Flimmerepithel. Das anfangs geschichtete Flimmerepithel wird allmählich einschichtig. / (**Kölliker** *50/54.*)

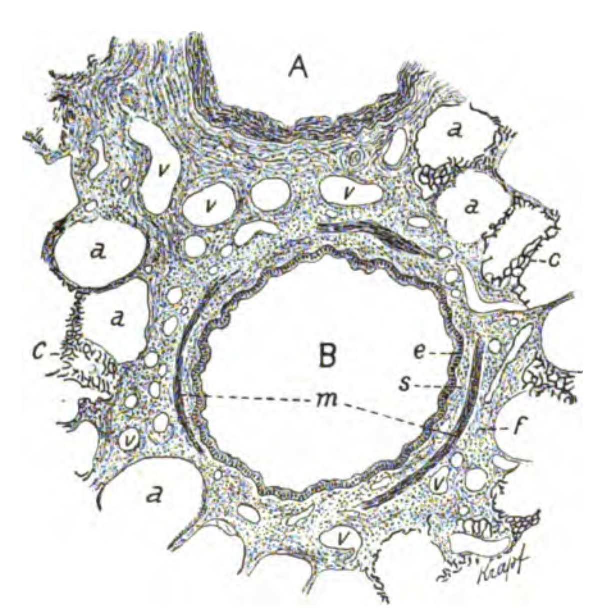


Fig. 307. **Lunge vom Menschen.** Querschnitt durch einen 0,7 mm dicken Bronchialzweig. Alkoholfüllung. Hämatoxylin-Eosin. *A* Zweig der Lungenarterie. *a* Lungenalveolen, *c* Kapillarnetze derselben, *B* Bronchialzweig, *e* Epithel, *s* Schleimhaut, *m* Muskellage, *f* Faserhaut mit Venendurchschnitten (*v*) in derselben. Vergr. 55fach. (Nach v. **Ebner** *99.*)

/ v. **Ebner** unterscheidet folgende drei Schichten an den Bronchialzweigen (siehe Fig. 307): 1. eine vorzüglich aus Bindegewebsbündeln mit reichlichen elastischen Fasern gebildete, die Knorpel einschließende Faserhaut, welche mit dem umgebenden Lungengewebe und den angrenzenden Gefäßen zusammenhängt. 2. Eine nach innen von derselben gelegene Muskelhaut, welche aus vorzüglich quer um das Rohr verlaufenden Bündeln besteht, die netzartig untereinander zusammenhängen; jedoch nirgends eine ganz geschlossene Lage bilden, wie etwa die Ringmuskelhaut des Darmes. Die Muskelbündel sind an Bronchiolen von 0,34 mm Durchmesser noch 16—21 μ dick, an solchen von 0,65 mm noch 54—114 μ (**Kölliker**). 3. Eine Schleimhaut, welche aus einer elastischen Längsfaserschicht, die den Muskelbündeln innen anliegt und einer eigentlichen Schleimhaut besteht, welche aus wenig Bindegewebe mit elastischen Fäserchen und zahlreichen Zellen besteht und gegen das Epithel mit einer zarten Basalmembran abschließt und endlich aus einem mehrreihigen Flimmerepithel mit Becherzellen. Drüsen reichen so weit wie die Knorpel,

Die Drüsen sind von demselben Bau, wie in der Luftröhre und liegen vorwiegend unterhalb der Muskeln in der Faserhaut.

Die Schleimhautfalten der Bronchien sind wesentlich durch die ringförmig verlaufenden Muskeln bedingt. / (v. EBNER *99*.)

Hauptbronchien: / Die Schleimhaut der Hauptbronchien (siehe Fig. 308) hat ganz denselben Bau, wie die Trachealschleimhaut und auch die Schleimdrüsen dieser Bronchien stimmen, in bezug auf Anordnung und Bau vollständig mit den Trachealschleimdrüsen überein.

Große und mittlere Bronchien. FRANKENHÄUSER unterscheidet:

1. eine stark entwickelte, fettreiche äußere Faserschicht, aus derben Bindegewebsbündeln mit reichlichen elastischen Fasern bestehend. Diese Schicht schließt die Knorpel ein und geht an der inneren Oberfläche derselben in ein zartfaseriges, lockeres Bindegewebe über, welches stellenweise viel lymphoide Zellen enthält;
2. die Ringmuskelschicht; diese hat in Bronchien von 8 mm Durchmesser eine Dicke von 0,15 mm;
3. die Schleimhaut mit Längsfalten auf der Innenfläche; sie besteht aus der inneren Faserschicht und dem Epithel.

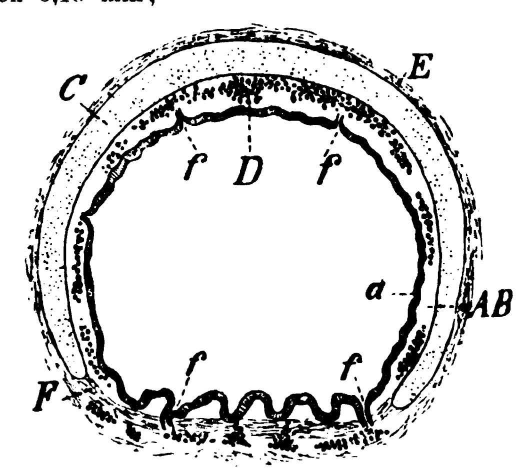


Fig. 308. **Hauptbronchus vom Menschen.** Querschnitt. Detail bei 40facher Vergrößerung. *AB* Schleimhaut und Submucosa, *C* Knorpel, *D* Drüsen, *E* äußere Faserschicht, *F* Muskulatur, *a* Flimmerepithel, *f* Ausführgang. Vergrößerung 5fach, reduziert auf 4/5. (Nach FRANKENHÄUSER *79*.)

Die innere Faserschicht läßt drei Schichten erkennen: eine äußere, bestehend aus sich kreuzenden Bindegewebsbündeln, eine mittlere stärkste mit vielen längsverlaufenden elastischen Fasern, die entsprechend den Falten angehäuft erscheinen, in einem bindegewebigen netzartigen Gerüst und eine innerste, bestehend aus an lymphoiden Zellen sehr reichem Gewebe. Dann folgt eine Basalmembran. / (FRANKENHÄUSER *79*.)

/ Die Basalmembran der Bronchien beim Menschen stellt nach KÖLLIKER nichts dar, als den innersten, der elastischen Fasern entbehrenden Teil der Mucosa. / (KÖLLIKER *81*.)

In der Wand der größeren Bronchien folgt unter dem Epithel und der Basalmembran eine Lage von meist längsziehenden, ziemlich derben elastischen Fasern. Die darauf folgende Muskelschicht wird von feinsten stark gekräuselten elastischen Fibrillen durchzogen. Die Bindegewebsschicht, in welche die Knorpel eingelagert sind, ist von zahlreichen elastischen Fasern durchsetzt. Dieselben verdichten sich am Rande der Knorpel zu einem dichten Ring, dessen Ausläufer zum Teil ziemlich reichlich und auf längere Strecken im hyalinen Gewebe zu verfolgen sind. Ein konstantes Vorkommen von elastischen Fasern im Bronchialknorpel ist jedoch nicht zu konstatieren. Die Faltung ist mit Wahrscheinlichkeit auf Muskelkontraktion zurückzuführen, die elastischen Fasern

treten dann in die Längsfalten hinüber, während im nicht kontrahierten Bronchus diese Schicht ganz gleichmäßig ist (**siehe Taf. III, Fig. 19**). / (LINSER *00*.)

Epithel. Das Flimmerepithel ist in größeren Bronchien bis zu solchen von 2 mm noch deutlich mehrschichtig, geht aber nach und nach in eine einzige Schicht von Flimmerzellen von 13 μ Länge über und wandelt sich in den feinsten Bronchien (von Tieren) in Pflasterepithel um. / (KÖLLIKER *67*.)

/ Das Epithel ist ein geschichtetes Flimmerepithel von 0,05 mm Höhe mit eingelagerten Becherzellen. / (FRANKENHÄUSER *79*.)

/ Die Luftröhre und die Bronchien bis zu 0,5—0,4 mm zeigen Becherzellen. In den Bronchien sind vor allem die Furchen zwischen den Längsfalten Träger der Becherzellen. / (KÖLLIKER *81*.)

/ FRIEDREICH beobachtete die Streifung des Zellendeckels an Flimmerzellen der Bronchien beim Menschen und Ochsen. / (FRIEDREICH *59*.)

/ In den Bronchien des Menschen beschreibt BARABAN alle Übergangsstufen zwischen normalen Flimmerzellen und Schleimzellen, deren Inhalt ausgetrieben wurde. Im unteren Teil der Trachea und in den Bronchien beschreibt er Verschwinden der Flimmerzellen und übertriebenes Verhältnis von Becherzellen. / (BARABAN *90*.)

/ Die Richtung des Flimmerstromes geht in den sämtlichen Luftwegen nach oben. / (W. KRAUSE *76*.)

Drüsen. / Die großen Bronchien sind reich an Schleimdrüsen, welche meist zwischen Muskeln und Knorpeln liegen, mit kurzem Ausführgang, der häufig ampullenartige, mit Flimmerepithel ausgekleidete Erweiterungen zeigt. Der Drüsenbau ist wie in der Trachea. In den mittelgroßen Bronchien sind die Schleimdrüsen etwas weniger zahlreich als in den großen Bronchien. / (FRANKENHÄUSER *79*.)

/ Die ampullenähnlichen Erweiterungen der Drüsenausführgänge (bis zu 0,14 mm Durchmesser) bestätigt KÖLLIKER. Auch die kernhaltige Umhüllungsmembran der Drüsenkanäle.

KÖLLIKER findet, daß viele Teile der Drüsen der menschlichen Bronchialschleimhaut schlauchförmig sind, so daß man diese Organe auch als tubulös bezeichnen könnte, doch sind dieselben häufig mit zahlreichen rundlichen Ausbuchtungen besetzt. Demzufolge betrachtet man wohl am besten diese Drüsen als eine Zwischenform zwischen der einen und der anderen Drüsenart. / (KÖLLIKER *81*.)

Muskeln. / Die Muskeln treten von den größten Bronchi an als rings herumgehende platte Bündel auf. Sie reichen bis zu den Lungenläppchen. / (KÖLLIKER *50/54*.)

/ „Die transversale Muskelschicht, die an den mit regelmäßigen Knorpelringen versehenen Teilen des Respirationskanals die Lücke zwischen den hinteren Enden der Knorpelringe ausfüllt, bildet sich weiterhin zu einer vollkommenen Ringfaserhaut aus. Die Drüsen reichen so weit wie die Knorpel." / (HENLE *73*.)

/ W. KRAUSE sagt über die Bronchien der menschlichen Lunge: „Anfangs werden nur ihre Zwischenräume" (nämlich der Knorpelplättchen) „von ringförmig verlaufenden glatten Muskelfasern eingenommen; an den feineren Ästen ist die Muskellage in unveränderter Dicke auch da vorhanden, wo die Plättchen sitzen." / (W. KRAUSE *76*.)

/ KÖLLIKER betont noch mehr als FR. E. SCHULZE, daß die Muskelhaut in den größeren Bronchien des Menschen keine zusammenhängende Lage bildet, vielmehr aus aufeinanderfolgenden Bündeln besteht, die

durch ein an elastischen Fasern reiches Bindegewebe voneinander gesondert sind. / (KÖLLIKER *81.*)

/ Die Anordnung der Ringmuskulatur der Bronchien ist eine gitterförmige; die Fasern sind zu platten Bündeln geordnet, welche im Allgemeinen eine annähernd quere Verlaufsrichtung einhalten und netzartig untereinander zusammenhängen. Zwischen ihnen bleiben spitzwinkelige, der Quere nach gestreckte Lücken ausgespart. An Querdurchschnitten der Bronchialzweige findet man daher die Muskellage stellenweise unterbrochen, und die Bündel der Muskelfasern häufig nicht in der reinen Längenansicht, sondern in mehr oder weniger schiefen Durchschnitten. / (TOLDT *88.*)

/ Während in den größeren Bronchien nahe der Oberfläche platte derselben parallel gestellte Knorpelzellen liegen und der Zwischenraum von senkrecht gestellten, einander parallelen Zellensäulen eingenommen wird, schwindet in den Knorpelplättchen der kleineren Bronchien die Differenz zwischen Oberfläche und innerem Teil mehr und mehr. / (W. KRAUSE *76.*)

Kleine knorpelhaltige Bronchien: / Schichten: äußere Faserschicht, Knorpel, lockeres Bindegewebe, Ringmuskelschicht 0,06 mm dick, Schleimhaut (Faserschicht und Epithel).

Die Faserschicht der Schleimhaut besteht aus einem bindegewebigen Netzwerk, welches gleichmäßig verteilte, zarte, elastische Fasern und spärliche lymphoide Zellen einschließt. Die Basalmembran der Schleimhaut ist sehr zart und enthält hie und da kleine spindelförmige Zellen. Das Epithel (0,03 mm hoch) besteht aus pyramidalen Flimmerzellen, unter welchen polyedrische Zellen liegen. Die Drüsenkörper liegen nach außen von den Knorpeln, haben langen Ausführgang, der von einem einfachen, niedrigen, zylindrischen, fast kubischen Epithel ausgekleidet wird. Die Drüsenzellen sind kleiner als in der Trachea und in den großen Bronchien. In den kleinsten knorpelhaltigen Bronchien von 0,4 mm Durchmesser findet man bisweilen ganz einfache röhrenförmige Drüsen, die nur an ihrem Ende geteilt sind. / (FRANKENHÄUSER *79.*)

/ In den Bronchien werden die Drüsen mit den Knorpeln seltener und kleiner. In den membranösen Teilen werden sie überhaupt nicht mehr gefunden. / (CRAMER *47.*)

/ Die Knorpel verlieren sich an Bronchien unter $^1/_2$''' in der Regel. / (KÖLLIKER *50/54.*)

/ Der Behauptung KÖLLIKERS 1852 (in *50/54*), daß die Bronchialschleimdrüsen in Bronchien von 1—$1^1/_2$''' Durchmesser fehlen steht besonders die Angabe REMAKS *55* entgegen, der die Drüsen noch in den feinsten Bronchien beobachtet haben will. LEYDIG *57* schließt sich an KÖLLIKER an, ebenso LUSCHKA *63.* / (FRANKENHÄUSER *79.*)

/ In den Bronchien verlieren sich die Knorpel an Bronchien unter 1 mm in der Regel (GERLACH will sie noch an solchen von 0,2 mm gesehen haben.)

Die Drüsen verlieren sich an Kanälen von 2—3 mm, doch will REMAK *55* (S. 115), dieselben noch in den Wänden der feinsten Bronchien kurz vor ihrem Übergang in die Lungenbläschen gesehen haben. / (KÖLLIKER *67.*)

/ Knorpel finden sich noch an Bronchien von 1 mm Durchmesser. / (HENLE *73.*)

/ Knorpelplättchen besitzen die Bronchialäste bis zu einem Durchmesser von 1—1,5 mm abwärts. / (W. KRAUSE *76.*)

/Entgegen den Angaben KÖLLIKERS und SCHULZES findet FRANKENHÄUSER beim Menschen die Knorpel noch in Bronchien von 0,4 mm und die Drüsen in noch kleineren Bronchen./ (FRANKENHÄUSER *79.*)

/Dagegen bemerkt KÖLLIKER *81*, daß Bronchiolen über 1 mm in der Regel noch Knorpel besitzen, solche unter dieser Größe aber derselben entbehren. An Bronchien unter 0,85 mm hat KÖLLIKER in keinem Falle Knorpelstückchen gesehen. Die Drüsen zeigten im allgemeinen dieselbe Verbreitung wie die Knorpel./ (KÖLLIKER *81.*)

/Die Knorpel schwinden in den Bronchialzweigen, deren Durchmesser etwa 1 mm beträgt, gänzlich.

Die Schleimdrüsen reichen in den Bronchien ungefähr so weit, als die knorpeligen Einlagerungen./ (TOLDT *88.*)

/An Bronchien unter 0,85 mm werden in keinem Fall mehr Knorpel gefunden (KÖLLIKER)./ (V. EBNER *99.*)

/**Knorpellose Bronchien.** Hier findet sich einschichtiges Epithel, bestehend aus 0,02 mm hohen zylindrischen Flimmerzellen, in den kleinsten Bronchien geht dasselbe in ein fast kubisches 0,015 mm hohes Epithel über. Die Basalmembran ist sehr zart homogen, mit spärlichen Kernen. Unter der Basalmembran finden sich Bindegewebe und elastische Fasern, aber gar keine Lymphoidzellen. Die Ringmuskulatur ist noch sehr gut entwickelt 0,015 mm dick.

Die äußere Faserschicht besteht aus wenigen Bindegewebs-Faserbündeln. In den größeren knorpellosen Bronchien findet man nur sehr selten einfache tubulöse Drüsen./ (FRANKENHÄUSER *79.*)

/Es sind zu unterscheiden sublobuläre, intralobuläre und acinäre Bronchien.

1. Sublobuläre Bronchien (ohne Knorpel und ohne Drüsen), bestehen aus drei Schichten:
   a) Eine Mucosa mit flimmerndem Zylinderepithel. Ihre Lamina propria, reich an elastischen Fasern, ist vom Epithel durch eine Basalmembran getrennt. Die Submucosa enthält in den sublobulären Bronchien keine Drüsen.
   b) Glatte Muskulatur, ringförmig (Muskel von Reisseisen).
   c) Fibrosa, sehr dünn, enthält zahlreiche elastische Fasern. Keine Knorpel.
2. Intralobuläre Bronchien, bestehen aus drei Schichten.
   a) Fibrosa; beträchtlich dünn.
   b) Muscularis relativ dick. Die Bronchiolen sind relativ mehr muskularisiert als die voluminösen Bronchien (GRANCHER).
   c) Die Mucosa unterscheidet sich von der der sublobulären Bronchien dadurch, daß die Submucosa eine beträchtliche Entwicklung der elastischen Fasern zeigt, welche die Mucosa in charakterischen Falten (Joffroy) aufheben.
3. acinäre Bronchien:
   a) Die Fibrosa besteht nur noch aus einigen Bindegewebsbündeln untermischt mit elastischen Fasern.
   b) Die Muscularis besteht nur noch aus einzelnen eingestreuten Fasern, die man übrigens bis zu der Stelle findet, wo der Bronchus sich in die Alveolargänge öffnet.
   c) Die Lamina propria der Mucosa verliert das Bindegewebe und behält nur die elastischen Elemente, welche jedoch an Wichtigkeit abnehmen und die Mucosa nicht mehr in Längs-

falten aufheben. Das Epithel ist zylindrisch ohne Cilien, wird dann kubisch und endlich platt. / (BERDAL *94.*)

/ Die glatten Muskelfasern reichen bis zum Ende der Bronchien (p. 12). / (CRAMER *47.*)

/ Das Epithel der knorpelfreien Äste nimmt zwar beständig an Mächtigkeit ab, wird aber doch bis in die Nähe der Endverzweigungen aus kegelförmigen und flimmernden Zellen zusammengesetzt und geht erst in den feinsten Bronchialästen in einfaches Pflasterepithel über.

Die Ringmuskelschicht, 0,02 mm mächtig, kommt noch an Bronchien von 0,3 mm Durchmesser vor, stärkere Bronchialäste besitzen noch außerhalb der Muskelhaut eine elastische Fasern enthaltende Adventitia. / (HENLE *73.*)

/ Die Bronchien von 1—1,5 mm abwärts, werden lobuläre Bronchien, Bronchiolen, feinste Bronchialäste genannt, weil jedes Lungenläppchen einen, seltener zwei solche erhält. Sie teilen sich auch dichotomisch, aber unter Winkeln, die einem rechten näher kommen.

Von den lobulären Bronchien erstrecken sich zirkuläre aus wenigen glatten Muskelfasern bestehende Bündelchen auf die Alveolargänge und umgreifen, schräg absteigend, schlingenförmig noch die Eingänge der Infundibula. / (W. KRAUSE *76.*)

/ Die Muskulatur verschwindet in den Bronchi lobulares, wo sie die Lobulargänge (Lobular passages) bilden. Das Flimmerepithel verschwindet in den Bronchi lobulares und macht einem Plattenepithel Platz. / (TURNER *77.*)

/ Bronchiolen mit Becherzellen. Die kleinsten von KÖLLIKER beobachteten Bronchiolen dieser Art messen 0,42 mm, doch hören in der Regel die Becherzellen bei Ästen von 0,50 mm auf. / (KÖLLIKER *81.*)

/ TOLDT gibt an, daß nach KÖLLIKER das Epithel noch an Bronchialzweigen von 2 mm Durchmesser den Charakter eines geschichteten Epithels erkennen lasse. In den kleineren interlobularen Bronchien findet sich einschichtiges Epithel aus langen flimmernden Zylinderzellen bestehend; der Flimmerbesatz findet sich auch noch in den lobularen Bronchien. Becherzellen kommen nach F. E. SCHULZE noch in den letzten Verzweigungen der Bronchien vor.

Die lobularen Bronchien lassen bezüglich ihrer bindegewebigen Grundlage keine Unterscheidung einer Schleimhaut und Faserhaut zu, Die Muskulatur bildet keine geschlossene Lage mehr, sondern erscheint in zerstreuten dünnen Bündeln und einzelnen Fasern, welche jedoch noch immer mehr weniger der Quere nach gestellt sind. / (TOLDT *88.*)

/ Im Respirationstraktus sind, soweit die Knorpel reichen, auch Schleimdrüsen in großer Anzahl vorhanden. / (RAUBER *97.*)

/ Die Bronchiolen besitzen gerade und parallel zu beiden Seiten des Lumens hinziehende elastische Membranen, zirkuläre Fasern treten häufiger auf. Nach innen grenzt die elastische Membran nicht direkt an das Epithel, sondern unter demselben zieht noch eine, in den peripheren Bronchialenden nur ganz schwach sichtbare Basalmembran hin, die homogen erscheint. Nach außen liegt über den elastischen Zügen und der glatten Muskulatur eine ebenfalls an Dicke nach und nach zunehmende Bindegewebsschicht, die von vielen feinen elastischen Fasern durchzogen wird. Die letzteren stehen in Zusammenhang mit dem elastischen Gewebe der Bronchien wie der benachbarten Alveolen. / (LINSER *00.*)

Lymphgefäße und Lymphgewebe. / In der Wand der Bronchien selbst kommen größere Ansammlungen von Lymphkörperchen ähnlichen

Zellen vor, die, wenn auch nicht scharf begrenzt, doch durch die Menge der Zellen an Lymphnoduli erinnern. Solche Bildungen bis zu 0,42 mm Breite und 0,22 mm Dicke fand KÖLLIKER an Bronchien bis zu 2—3 mm Durchmesser herab zwischen den Knorpeln und der Muskellage so gelagert, daß dieselben besonders die Gegenden je zwischen zwei Knorpeln einnahmen. Kleinere knorpelhaltige Bronchien zeigten nur noch kleine Häufchen lymphoider Zellen an der angegebenen Stelle und an knorpellosen Bronchien fehlten solche Bildungen ganz und gar. In der Mucosa selbst vermißt KÖLLIKER stärkere Ansammlungen von lymphoiden Zellen. / (KÖLLIKER *81.*)

/ Beim erwachsenen Menschen kommen normale Einlagerungen von größeren oder kleineren Gruppen lymphoider Zellen (Noduli?) in den Wandungen der interlobularen Bronchien vor. „Sie haben ihren Sitz nicht in der Schleimhaut, sondern stets nach außen von der Muskelschicht." / (TOLDT *88.*)

/ Adenoides Gewebe findet sich in den Bronchien in Form von diffusen oder rundlichen Anhäufungen, teils in der Schleimhaut, teils in der Faserhaut unter den Muskeln und zwischen den Knorpeln, namentlich an den Teilungsstellen von Bronchialzweigen, oft als deutliche Knötchen, welche auch Keimzentren enthalten können. / (v. EBNER *99.*)

/ Die Lymphgefäße der Bronchien bilden Netze in der Schleimhaut, durchbohren senkrecht die Bronchialwand; die der größeren Bronchien gehen direkt in die Lymphdrüsen, die der feineren Bronchien in längslaufende, die Äste der A. pulmonalis begleitende Stämmchen über oder in die Lymphgefäßnetze der Lobuli. / (W. KRAUSE *76.*)

/ MERKEL hat Noduli in der normalen Propria kleinerer menschlicher Bronchien bei mehreren Hingerichteten vergeblich gesucht. / (MERKEL *02.*)

Lunge.

Über den makroskopischen Bau der Säugerlunge siehe die oben p. 358 genannten Lehrbücher und Spezialwerke der vergleichenden Anatomie; ich erwähne folgende Stellen: CUVIER *10* (Bd. IV, p. 182 ff., Tabelle über die Lappung), H. MILNE EDWARDS *57*, Bd. II, p. 316 ff. und LECHE in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, 5, 1.

Anordnung der Lufträume.

Die Anordnung der Lufträume in der Lunge bei den Säugetieren hat zu seiner Erforschung über zwei Jahrhunderte verlangt, und heute noch glaubt man jährlich wieder Neues finden zu können. So würde es mehr die Aufgabe eines Geschichtsforschers, denn die meinige sein, allen jenen bedeutenden oder nur vermeintlichen Entdeckungen nachzugehen, welche auf diesem Gebiete im Laufe der Jahrhunderte gemacht wurden. Viele Autoren haben auch bereits versucht, in den Gang jener Forschungen mehr oder weniger tief und unter größerer oder kleinerer Heranziehung der Originalquellen einzudringen und vor ihren Lesern ein mehr oder weniger vollständiges Bild aufzurollen, so z. B. LEREBOULLET *38*, ADDISON *42*, MANDL *38/47*, ROSSIGNOL *46/47*, KÖLLIKER *50/54*, WILLIAMS *59*, p. 265, WATERS *60*, DEICHLER *61b*, F. E. SCHULZE *71*, SAPPEY *89*, W. S. MILLER *92* und *00a* u. a.

/ Von diesen berichtet uns z. B. MANDL *47*, p. 255 ff. über die Anschauungen von MALPIGHI, HELVETIUS, SENAC, HALES, BARTHOLINUS, BORELLUS, KEIL, LIEBERKÜHN, WILLIS, HALLER, SÖMMERING, REISS-

EISEN, HOME, BAUER, MAGENDIE, CRUVEILHIER, BOURGERY, J. MÜLLER, A. RETZIUS, BAZIN, BURGGRAEVE, RATHKE, LEREBOULLET, WAGNER, GERBER, VALENTIN, ADDISON, MOLESCHOTT, EICHHOLTZ, ROCHOUX u. a. eingehend. / (MANDL *38/47*.)

/ Auch ROSSIGNOL bringt die ältere Literatur über den feineren Bau der Lunge zur Darstellung, er erwähnt die Anschauungen von MALPIGHI, BARTHOLIN, WILLIS, BOREL, DUVERNEY, HELVETIUS, HALLER, HALES, WOHLFAHRT, HAMBERGER, HILDEBRAND, REISSEISEN, SÖMMERING, MAGENDIE, HOME, BAUER, BAZIN, LEREBOULLET, BOURGERY, ADDISON, MECKEL, CRUVEILHIER, BURGGRAEVE. / (ROSSIGNOL *46/47*.)

WATERS *60*, p. 1—36 gibt eine historische Darstellung der alten Literatur über die Lunge von HIPPOKRATES bis MILNE-EDWARDS.

Bei der kurzen Übersicht über die ältesten Anschauungen, mit welcher ich im nachstehenden beginne, folge ich hauptsächlich LEREBOULLET *38*, dessen Ausführungen ich nach einigen anderen Autoren ergänze. Widersprüche in den Darstellungen (für welche so manche Ursachen denkbar sind), lasse ich, soweit ich nicht auf Quellen zurückgehen konnte, offen.

/ MALPIGHI *1661* war der erste, welcher erkannte, daß die ganze Masse der Lungen von einer Ansammlung einer unendlichen Anzahl von runden, ampullenförmig erweiterten Bläschen gebildet sei, welche die Endigung der Bronchien zu sein schienen.

Malpighi, De pulmon. Epist. II sagt: „Totam pulmonis molem esse aggregatum ex infinitis vesiculis orbicularibus, quae efformari videntur ex desinentia tracheae, extremitate et lateribus in ampullosos sinus extensae; in has vesiculas ex trachea, mox ex una in alteram patere aditum; totamque vesicularem substantiam in lobulos pene infinitos dividi, quorum interstitia tenuissimis membranis pertexta, cum lobulis mutuam habent communionem.“ / (LEREBOULLET *38*.)

Für die Malpighischen Vesiculae s. cellulae pulmonales s. aëreae sehen wir später eine große Anzahl von Benennungen auftreten und zum Teil wieder verschwinden. Allgemein gebraucht wird der Ausdruck Alveolen (ROSSIGNOL), Alveoli pulmonum (B. N. A.), daneben liest man Vesiculae Malpighianae (MOLESCHOTT), Capsulae (LEREBOULLET), Vesiculae membranaceae (HYRTL) (vergl. HENLE *73*), dann air-cells, pulmonary vesicles, air-vesicles, air-sacs (WATER, vergl. auch CARPENTER *69*), (letzteren Ausdruck gebraucht man jetzt auch an Stelle von Infundibula, Endstücke), Lungenzellen, Luftzellen, Lungenbläschen und andere mehr.

/ WILLIS THOM (Opera omnia. Amstel. 1682 in 4°: De medicamentorum operationibus) übertrieb das von MALPIGHI erkannte vesikuläre Aussehen und ließ die Bronchien in Form von Weintrauben endigen.

HELVETIUS (Observations sur le poumon de l'homme. Mémoires de l'Académie des sciences 1718, p. 18) dagegen leugnete den von MALPIGHI erkannten vesikulären Bau: er behauptete, daß die Lungenläppchen aus Alveolen gebildet würden, welche frei miteinander communizieren, und verglich den Bau dieser Läppchen mit derjenigen der Lungensäcke der Reptilien.

SENAC, HALES, KEIL, LIEBERKÜHN bestätigten den vesikulären Bau der Lunge. Die beiden ersteren gaben den Bläschen polyedrische Form (HALLFR, p. 176).

HALLER (Elementa physiologiae Lausannae 1761, t. III, p. 179, 4°) glaubt, daß nicht jeder Bronchialzweig in eine einzelne Ampulle endige und sagte wie HELVETIUS, daß die Läppchen, welche aus sich ineinander

öffnenden Areolen bestehen, voneinander getrennt sind und nicht untereinander kommunizieren. Dieser Ansicht ist auch SÖMMERING (De Corporis humani fabrica. Traj. ad M. 1801, t. VI).

Es bestanden also zur Zeit HALLERS und später zwei Ansichten: nach der einen würden die Bronchien in Bläschen oder Ampullen endigen, nach der anderen würden sie auf spongiöse Läppchen hinauslaufen, welche von einem areolären Gewebe mit unregelmäßigen Maschen gebildet sind.

Aus der Beschreibung von REISSEISEN (De Pulmonis structura; specimen inaugur. Argentor. 1803, 4°; LEREBOULLET nennt diese Arbeit vielleicht die beste Arbeit, welche bis dahin über den Bau der Lunge veröffentlicht worden war) geht hervor, daß die Lungen mit Blindsäcken und nicht mit Ampullen endigen, wie MALPIGHI sagte, noch weniger mit areolären Höhlen von HELVETIUS und HALLER.

Die Ansicht REISSEISENS wurde von DUVERNOY (Leçons d'anatomie comparée, t. 4, p. 326, 1804) angenommen.

1804 trug die Arbeit von REISSEISEN über diejenige von SÖMMERING den Sieg davon und wurde von der Akademie der Wissenschaften in Berlin preisgekrönt (vergl. darüber auch REISSEISEN *08.*)

Später besorgte RUDOLPHI im Namen der Akademie die Publikation der REISSEISENschen Abhandlung, er gab davon eine Luxusausgabe unter Wiedergabe der Originalzeichnungen des Autors und einer von HECKER gemachten lateinischen Übersetzung (REISSEISEN *22*).

LEREBOULLET gibt die Fragen, welche von der Berliner Akademie gestellt worden waren und die Antworten von REISSEISEN und SÖMMERING nebeneinandergestellt wieder, wie dies auch schon BURKARD EBLE (Versuch einer pragmatischen Geschichte der Anatomie und Physiologie vom Jahre 1800—1825, Wien 1836, 4°) getan hatte./ (LEREBOULLET *38.*)

/ Während MALPIGHI alle Luftzellen miteinander kommunizieren ließ, fand REISSEISEN, wie schon früher WILLIS, daß die Lungenbläschen Endbläschen seien. / (KÖLLIKER *50/54.*)

/ MAGENDIE 1821 (Mémoire sur la structure du poumon de l'homme. Journal de physiol. 1821, t. I, p. 78) nahm jedoch eine der Ansicht SÖMMERINGS ähnliche Anschauung an und auch CRUVEILHIER (Anatomie descriptive, Paris 1834, t. II) vertrat eine ähnliche Meinung.

MECKEL (Manuel d'anatomie. Traduit par Jourdan et Breschet, Paris 1825, t. III) nimmt wie REISSEISEN an, daß die letzten Verzweigungen der Bronchien blindsackförmig endigen, während er in seiner vergleichenden Anatomie (MECKEL *33*) die Lunge des Menschen mit derjenigen der Reptilien vergleicht und sich der Ansicht von MAGENDIE anschließt.

BOURGERY (Traité complet d'anatomie de l'homme, in fol. t. IV, p. 57 et suiv. pl. 7, fig. 1, 2, 6, 7 und Compt. rend. de l'Acad. d. sc. Séance du 16. mai 1836, p. 496) leugnet in der Lunge Zellen und Bläschen und nimmt kapilläre Luftkanäle an, welche in verschiedener Richtung verschlungen miteinander kommunizieren, nach Art eines Labyrinthes; er nennt dieselben Labyrinthkanäle.

MAGENDIE (Leçons sur les phénomènes physiques de la vie. Paris 1836—1837, t. II, p. 89 und 93) wiederholt seine in seiner ersten Abhandlung angenommene Ansicht und nimmt die Labyrinthkanäle von BOURGERY an.

BAZIN (Compt. rend. de l'acad. d. sc. Séance du 13. juin 1836, p. 570) wiederlegte die Angaben von BOURGERY. Ebenso bestätigte

BURGGRAEVE (Acad. d. sc. de Bruxelles. Séance du 4. février 1837, Institut N. 217, p. 228) die Ansicht von REISSEISEN.

Bezüglich der älteren Literatur über die Atmungsorgane verweist LEREBOULLET auch auf das Werk von G. FISCHER (Mémoire pour servir d'introduction à un ouvrage sur la Respiration des animaux, contenant la bibliographie. Paris 1798).

LEREBOULLET bestätigt auf Grund eigener Untersuchungen die Anschauungen von REISSEISEN: die Labyrinthkanäle von BOURGERY existieren nicht.

RATHKEs Beobachtungen über die Entwicklung der Säugerlunge sprechen auch für die Richtigkeit der Anschauungen von REISSEISEN. RATHKE sah beim Hühnerembryo die Luftkanäle mit bläschenförmigen Anschwellungen endigen und bildet dieses Verhalten ab. / (LEREBOULLET *38.*)

/ Für ein Ausgehen der feinsten Bronchien in eine größere Anzahl kommunizierender Lungenzellen sprachen sich dann auch aus: EICHHOLTZ, RAINEY und SCHRÖDER VAN DER KOLK, ebenso BERRES und ROSSIGNOL, und ADRIANI gebührt das Verdienst, dieser Auffassung, der auch KÖLLIKER (siehe unten) zustimmt, durch genaue und ausgedehnte Untersuchungen das Übergewicht verschafft zu haben. / (KÖLLIKER *50/54.*)

/ ADDISON kommt zum Resultat, daß die Schläuche nicht in Blindsäcke endigen, er sah stets in jedem seiner Schnitte miteinander kommunizierende „air-cells". Die Bronchien, nachdem sie sich in eine Menge von kleinen Zweigen geteilt haben, welche ihren Verlauf in den zelligen Zwischenräumen der Läppchen nehmen, endigen in deren Innerem in verzweigte „air-passages" und frei kommunizierende „air-cells". Doch bemerkt ADDISON, daß sich zwischen den intralobulären Bronchialzweigen keine Anastomosen finden, jeder Zweig verfolgt seinen eigenen unabhängigen Verlauf, bis er in ein geschlossenes Ende endigt. Auch die von ADDISON gegebene Zeichnung erscheint für die damalige Zeit verhältnismäßig richtig. Er betont auch, daß die intralobulären, bronchialen Verzweigungen nicht anastomosieren. ADDISON hat offenbar nur nicht erkannt, daß seine „air-passages" eben auch (offenbar im Innern der Lunge gelegene) Endzweige sind. / (ADDISON *42.*)

/ MANDL, p. 264 weist auf die vollständige Analogie hinsichtlich der äußeren Form zwischen der Lunge beim menschlichen Fötus und einer zusammengesetzten Drüse (wie es z. B. die Magendrüsen, die Schleimdrüsen sind) hin. Bei beiden werden die Endbläschen von einer amorphen Membran und einer Agglomeration von Zellen innerhalb der Membran gebildet. Auch beim Erwachsenen sind die Lungen in ihrer äußeren Form Drüsen analog gebaut. Die Bronchien endigen mit einer Agglomeration von Bläschen, welche nur durch den Stamm, an welchem sie aufgehängt sind, kommunizieren (p. 269). / (MANDL *38/47.*)

/ Nach MOLESCHOTT endigen die Bronchiolen der Lunge nicht mit Kanälchen, sondern Bläschen. Irrtümlicherweise wird ein Unterschied zwischen der Lunge der Säugetiere und der Vögel darin gefunden, daß jenen nur Endbläschen, diesen bloß Parietalbläschen zukommen. MOLESCHOTT dagegen konnte in der Lunge von Mensch und Kalb das Vorhandensein von Parietalbläschen feststellen. / (MOLESCHOTT *45.*)

/ ROSSIGNOL findet: Die Säugetierlunge ist eine Vereinigung einer großen Anzahl von ähnlichen Läppchen (Lobules), welche an den Enden eines gemeinschaftlichen Bronchialbaumes hängen. Das Problem des

Baues dieses Organs reduziert sich also darauf, denjenigen des Läppchens festzustellen.

Gewisse Karnivoren, wie Hund, Katze, Schakal, haben keine Lungenläppchen, sondern bei ihnen ist die Lunge in eine große Anzahl von Lappen geteilt, welche als Läppchen betrachtet werden können, trotz ihres beträchtlicheren Volumens und der vollständigen Umhüllung, welche ihnen die Pleura liefert.

Die Läppchen sind vollständig unabhängig voneinander, wie HALLER (und nicht REISSEISEN) zuerst gezeigt hat, und sie können miteinander nur vermittelst des Stiels, welchen ihnen der Bronchialbaum liefert, kommunizieren.

Bei ihrer äußerst wechselnden Form zeigen die Lungenläppchen die größte Einheitlichkeit in der Hauptsache ihres Baues.

ROSSIGNOL unterscheidet Alveolen und Infundibula. Die Alveolen sind prismatische Höhlen, welche auf dem Schnitte in Gruppen von 5, 6, 8, 12 (mehr oder weniger), in anderen größeren, tieferen, runden und durch dickere Scheidewände getrennten Höhlen liegen. Die Alveolen wurden der Reihe nach für die blinden Enden der Bronchialverzweigungen, für kleine, auf die Luftäste, nach Art der Beeren der Weintraube, gepfropfte Bläschen, für die Winkel der Labryrinthkanäle etc. gehalten und erhielten die Namen: Zellen, Bläschen (Vesiculae) und selbst Lungenkapseln (LEREBOULLET).

Wie erwähnt, sind die Alveolen in Gruppen vereinigt. So entstehen hohle, abgestumpfte Kegel oder eine Art von Trichter, deren breites Ende auf der Pleura ruhen würde. ROSSIGNOL bezeichnet diese Höhlen als Infundibula oder Trichter („je désignerai ces cavités sous le nom d'infundibulums ou entonnoirs").

Diese Infundibula stehen nicht alle perpendikulär zur Pleuraoberfläche; in der Mehrzahl nehmen sie eine schräge Richtung ein. Nach kurzem Verlauf vereinigen sie sich fast alle zu zweien oder dreien. Die Vereinigung vollzieht sich gewöhnlich zwischen benachbarten Infundibula, und in diesem Falle vollzieht sie sich durch eine Art von gradueller Verdünnung der gemeinschaftlichen Wand. Aber man sieht auch oft, daß sich zwei benachbarte Infundibula mit einem dritten entfernten vereinigen, welches zu ihnen gelangt, indem es nach Brückenart über das Infundibulum, welches sie trennt, hinwegzieht; dann haben diese beiden letzteren eine sehr schiefe Richtung.

Die gemeinschaftliche Öffnung, welche aus der Verbindung mehrerer Infundibula resultiert, zeigt sich immer kleiner als die Summe der vereinigten Mündungen, aber größer als jede von ihnen.

(Ich halte für sicher, daß ROSSIGNOL hier jenen topischen Begriff erörtert, welchen wir heute „Atrium" nennen. OPPEL.)

Sie weist anfangs zwei oder drei Segmente im Umkreis auf (Elle affecte d'abord la forme d'une circonférence à deux ou trois segments), aber in dem Maße, in welchem sie sich vom Verbindungspunkt entfernt, rundet sie sich ab, indem sie sich etwas verengert und bildet bald die Mündung eines vollständig zylindrischen Rohres. Weiterhin vereinigen sich diese Röhren zu zweien oder dreien; zur Folge wird ihre Richtung mehr und mehr schräg zur Pleuraoberfläche. Doch kann sie das bewaffnete Auge durch die gemeinschaftliche Öffnung hindurch auf ihren Innenwänden ziemlich weit verfolgen und in den direktesten noch einige der Alveolen sehen, welche den Grund der Infundibula auskleiden. Auf

ihrem Weg erhalten die Vereinigungsröhren an ihren seitlichen Wänden und in verschiedenen Höhen mehrere Mündungen von Infundibula.

Die im vorausgehenden von der Oberfläche der Lunge beschriebene anatomische Anordnung wiederholt sich im Innern der Lunge. Der einzige Unterschied beruht darin, daß erstere Infundibula auf einer mehr oder weniger ebenen Fläche ruhen, während die Infundibula fern von der Pleura für ihr breites Ende keine Stütze haben, als Einsenkungen und Vorsprünge.

Jedes Lungenläppchen, welches auch sein Volumen sei, erhält nur einen einzigen Bronchialzweig, wenigstens beim Menschen und den hauptsächlichsten Säugetieren. Aber oft gibt der Bronchialzweig in voluminösen und besonders an der Basis breiten Läppchen, in dem Moment, wo er in das Läppchen eindringt, eine oder mehrere Verzweigungen ab, welche sich zu seinen seitlichen Teilen verzweigen. ROSSIGNOL glaubt, daß diese Verzweigungen von BOURGERY für supplementäre Bronchien gehalten wurden.

Von seinem Ursprung bis zu seinem Ende gibt der Bronchus lobularis in allen Richtungen Zweige ab. Zahl, Ursprungspunkt und Richtung dieser Zweige wechseln sehr und hängen vom Volumen und der Form des Läppchens ab. Die Zahl der Zweige erster Ordnung wechselt von sechs bis fünfzehn, dieselben bewahren meist eine geradlinige Richtung bis an ihr Ende und geben in ihrem Verlaufe mehrere sekundäre Zweige unter rechtem Winkel ab, welche sich weiter verzweigen. Diese dichotomische oder trichotomische Verzweigung ist die häufigste, sie findet gewöhnlich statt, wenn der Bronchialzweig erster Ordnung zwei Drittel oder drei Viertel der Entfernung erreicht hat, welche ihn von der äußeren Oberfläche des Läppchens trennt.

Verbindungen von Labyrinthkanälen im Sinne BOURGERYS existieren nicht.

Während die Bronchien auf ihrer Innenfläche glatt sind, zeigen die Bronchialteilungen der beiden und manchmal der drei letzten Ordnungen wahre der Hämatose dienende parietale Alveolen (Mensch, Hund und andere Säugetiere).

Bei ihrem Beginn sind die parietalen Alveolen wenig zahlreich und wie disseminiert; aber sie nähern sich bald, um die ganze Innenfläche der letzten Bronchienteilungen zu bekleiden und nur noch durch dünne Scheidewände getrennt zu sein, welche im allgemeinen weniger hoch sind als diejenigen der Alveolen, welche den Grund der Infundibula bedecken. Der Teilungspunkt der Luftröhren stellt keine Demarkationslinie zwischen den parietalen Alveolen dar; man sieht sie ohne Unterbrechung von einer Bronchialverzweigung auf die folgende sich erstrecken. Wenn sie jedoch nahe den Mündungen der Infundibula angekommen sind (diese Mündungen sind immer kleiner als das Kaliber der Verbindungsröhren), halten sie plötzlich in der Art an, daß diese runden Mündungen einen ganz deutlichen Rand zeigen.

Als parietale Alveolen bezeichnete ROSSIGNOL auch die, welche die Infundibula auskleiden und nur die weniger zahlreichen, welche den Grund des Infundibulums darstellen, nennt er terminale Alveolen. Jedes Infundibulum enthält 10 - 20 Alveolen; die Luftröhren (tubes aériens) enthalten eine viel größere Anzahl.

Die parietalen Alveolen sind kleiner, tiefer und zahlreicher in der Kindheit, wo sie die zwei Ordnungen der Luftwege einnehmen, als im reifen Alter, wo sie nur die Verbindungskanäle der Infundibula aus-

kleiden und besonders als im Greisenalter, wo sie größtenteils verschwinden.

Die parietalen Alveolen sind im allgemeinen weniger zahlreich in der Lunge des Kalbes, als in der des Menschen und weniger zahlreich bei letzterem als beim Pferd. Die Lunge von der Katze und besonders vom Hund zeigt eine viel größere Zahl, denn bei diesen Tieren nehmen sie die drei letzten Ordnungen der Luftröhren ein und sind viel kleiner, obwohl diese Röhren einen gleichen und selbst größeren Durchmesser zeigen, als der der entsprechenden Bronchialteilungen in den vorausgehenden Lungen.

Die parietalen Alveolen waren bis dahin unbekannt oder soweit sie vermutet wurden, wenigstens nicht zweifellos nachgewiesen. Vermutet wurde ihre Existenz zuerst von WILLIS. MOLESCHOTT hat die parietalen Alveolen nicht gesehen, wie ROSSIGNOL an einer Zeichnung MOLESCHOTTS dartut, trotz MOLESCHOTTS Wunsch, durch die Beobachtung den Sinn zu bestätigen, welchen er dem Satze MALPIGHIS unterlegt. MALPIGHI sagte „Membranae istae vesiculae videntur efformari ex desinentia tracheae, quae extremitate et lateribus in ampullosos sinus facessens, ab iis in spatia et vesiculas inaequales terminatur". Diese Worte MALPIGHIS drücken nach MOLESCHOTT (Diss.) aus, daß sich nicht nur Vesiculae an den Enden der Bronchien, sondern auch an deren Wänden finden. ROSSIGNOL dagegen übersetzt die Worte MALPIGHIS folgendermaßen: „les vésicules pulmonaires paraissent formées par la continuation amincie de la trachée, dilatée à son extrémité directe, et sur les côtés, en ampoules sinueuses, au delà desquelles elle se termine par des vésicules inégales".

Die Lufträume bestehen also nach ROSSIGNOL: 1. aus den sich folgenden Verzweigungen des Bronchus lobularis, Verzweigungen, welche in allen Richtungen sowohl zentripetal wie zentrifugal erfolgen, sich in allen Richtungen durchkreuzen, ohne jemals zu anastomosieren, immer kürzer und zahlreicher werden, entsprechend der höheren Teilungsordnung, und zuletzt endigen, indem sie sich plötzlich in Form von Trichtern erweitern; 2. aus den Alveolenreihen, welche die Innenwände der Infundibula auskleiden und der letzten Bronchialröhren, welche ihnen vorausgehen. (Diese kurze Zusammenfassung läßt nicht so klar, wie die im vorausgehenden wiedergebene Darstellung erkennen, wie tief ROSSIGNOL in die Erkenntnis des Baus der Lunge eingedrungen ist.) Die menschliche Lunge kann definiert werden als Ansammlung, Vereinigung unzählbarer kleiner Lungen, ähnlich den Lungen der Reptilien und untereinander vermittelst eines großen gemeinschaftlichen Bronchialbaums verbunden.

ROSSIGNOLS Lehre bringt besonders auch ein Verständnis für das große Mißverhältnis zwischen der Zahl der Lungenalveolen und der Zahl der Bronchialgänge, welcher die Lehren von WILLIS und REISSEISEN keine Rechnung trugen. (Nach REISSEISEN würde eine blinde, nicht erweiterte Vesicula das terminale Ende des Ganges sein.)

Die Anhänger der Lehren von MALPIGHI und HELVETIUS haben als Beweis das Bestehen von Zellen in den Lungen der Reptilien angerufen. Diejenigen, welche die Ansichten von WILLIS und REISSEISEN teilen, haben, da sie in der Tierreihe ein Beispiel einer allein durch Bronchialverzweigungen gebildeten Lunge nicht finden konnten, versucht, Analogien mit den Drüsen und besonders mit der Leber festzustellen, eines Organes, dessen feiner Bau damals noch unbekannter als der der Lunge war.

Bourgery endlich betrachtete die Anordnung des Bronchialbaumes der Vögel als Beweis zugunsten seines Systems von Labyrinthkanälen.

Mit der Lehre Malpighis stimmt Rossignol nur in der polygonalen Form der Lungenzellen, für welche Rossignol den Namen „Alveolen" einführt, überein.

Willis und Reisseisen nehmen mit Rossignol einen analogen Verteilungsmodus der Verzweigungen der Luftwege im Läppchen und der Kommunikation dieser Verzweigungen untereinander an. Aber Rossignols Lehre unterscheidet sich von derjenigen von Willis und Reisseisen hinsichtlich der Endigung der Bronchien, der Form der Lungenbläschen, ihrer Zahl, ihrer Lage, ihrer Verbindung etc. Nach den beiden Anatomen würden die letzten Bronchialverzweigungen, nachdem sie sehr kurz und sehr dünn geworden sind, geschlossen an ihren freien Enden endigen und so das bilden, was diese Autoren Lungenbläschen nennen. Nach Rossignol endigen diese letzten Luftwege im Gegenteil mit einer trichterförmigen Erweiterung, welche kein Bläschen ist, sondern eine kleine Lunge, die im Innern eine Anzahl von Alveolen enthält.

Malpighi, Helvetius und ihre Anhänger haben behauptet, daß die Zellen sich ineinander öffnen würden wie die Vakuolen eines Schwammes oder die Zellen der Corpora cavernosa. Willis, Reisseisen, Bazin etc. haben die entgegengesetzte Meinung, nämlich, daß die Vesiculae miteinander nur durch Vermittlung des Bronchialkörpers kommunizieren könnten, dessen letzte Ausläufer sie wären. Die parietale Lage, welche Rossignol für die Alveolen bestimmt hat, zeigt, daß weder die eine noch die andere dieser beiden Ansichten exakt ist, obwohl beide in gewissen Beziehungen wahr sind. Man kann nicht leugnen, daß die Alveolen ein und desselben Infundibulum, obwohl durch vollkommene Scheidewände getrennt, direkt untereinander kommunizieren, in der Art der Lungenzellen der Reptilien oder der Zellen, welche ein und dasselbe Labyrinthrohr in der Vogellunge auskleiden; aber es ist augenscheinlich, daß die Alveolen eines Infundibulum mit denjenigen der benachbarten Enderweiterung nur durch Vermittlung des Bronchialrohres, welches sie trägt, kommunizieren. / (Rossignol *46/47*.)

/ O. Köstlin wendet sich gegen Eichholtz *45*, welcher noch 1845 gegen die Lehre von Malpighi und Reisseisen die Bronchialäste in einem Zellenparenchym münden läßt; wie in der Leber, wären auch in den Lungen die Parenchymzellen die eigentliche Stätte des Stoffwechsels. Köstlin tritt dieser Auffassung mit mikroskopischen Gründen entgegen und mit der Tatsache, daß sich beim Atmen der eindringenden Luft vorherbestimmte, ziemlich regelmäßige Höhlen öffnen. „So bleibt es wohl bei der älteren Annahme, daß die Bronchialäste nicht in einem Zellenparenchym, sondern in hohlen, von Luft erfüllten Räumen endigen, welche von Moleschott überzeugend beschrieben wurden als kugelrunde oder eiförmige, rings geschlossene Höhlen, welche an den feinsten Verzweigungen der Bronchien teils als blindsackartige Erweiterungen der Enden, teils als seitliche Ausstülpungen aufsitzen."

Das Gerüst der Lungenbläschen besteht bekanntlich aus elastischen und Bindegewebsfasern. „Die ersteren vorzüglich zeigen durch ihre bogenförmige Anordnung, daß sie einem Hohlraume zur Begrenzung dienen; sie verzweigen sich nicht selten, liegen einzeln oder zu zwei oder drei beisammen und von einem Bogen derselben gehen Äste an die benachbarten über. Außerdem werden die elastischen Fasern besonders durch sehr zarte Bindegewebsstränge untereinander verknüpft." „Wäre

nun der Raum zwischen diesen Fasern nicht ausgefüllt, so müßte allerdings Luft von einem Lungenbläschen ungehindert in das andere übertreten. Diese Lücke wird nicht durch Epithelialzellen, sondern durch eine sehr feine Membran ergänzt", welche KÖSTLIN nur bei J. VOGEL (Anleitung, p. 445) unvollkommen angedeutet findet. / (O. KÖSTLIN *48*, p. 286 ff.)

/ REISSEISEN hat auf den schon von MALPIGHI richtig erkannten, den Bronchien seitlich aufsitzenden Bläschen nicht bestanden, worauf man dann irrtümlich den Unterschied zwischen den Lungen der Vögel und der Säugetiere gegründet, daß diese nur endständige Bläschen hätten, während die seitlichen Bläschen nur bei jenen zu finden wären. Mit Sicherheit hat MOLESCHOTT in den Säugetierlungen — außer menschlichen Lungen untersuchte er vorzugsweise Kälber- und Pferdelungen — nicht bloß Terminal-, sondern auch Lateralbläschen gefunden. In der Vogellunge, in der die Parietalbläschen vorherrschen mögen, kommen aber Terminalbläschen ebensogut wie in der Säugetierlunge vor. / (MOLESCHOTT *48*.)

/ „Die Lungen verhalten sich im Bau ganz ähnlich einer zusammengesetzt-traubigen Drüse und stellen mit ihren Lappen, Läppchen und Luftzellen das eigentliche Drüsenparenchym dar, während die Bronchien, die Trachea und der Kehlkopf* die ausführenden Apparate sind. Eine Differenz von gewöhnlichen Drüsen liegt darin, daß, weil in den Lungen ein zwiefacher Prozeß, eine Ausscheidung und eine Aufnahme von Stoffen statthat und derselbe die ganze Blutmasse betrifft, die Hohlräume bedeutend geräumiger sind und auch vermöge des eigentümlichen Inhaltes derselben einen ganz besonderen festen und zugleich elastischen Bau erhalten haben." / (KÖLLIKER *50/54*; *67* ebenso, mit geringen Änderungen im Wortlaut.)

/ KÖLLIKER stimmt mit ROSSIGNOL und ADRIANI (siehe oben p. 623) hinsichtlich des Ausgehens der feinsten Bronchi in eine größere Anzahl kommunizierender Lungenzellen überein. Nur darin stimmt er mit ADRIANI nicht überein, wenn er auch die Lungenzellen verschiedener primärer Läppchen untereinander kommunizieren läßt. Denn wenn auch beim Hirsch namentlich verschiedene Alveolen durch kleinere Öffnungen zusammenhängen können, so ist doch damit nicht gesagt, daß diese Alveolen nicht ein und demselben Läppchen angehören können. Beim Kind sind die Läppchen sicher getrennt, ohne daß KÖLLIKER leugnen will, daß die Möglichkeit einer teilweisen Resorption der Zwischenwände der Läppchen während der letzten Ausbildung der Lungen vorhanden ist. / (KÖLLIKER *50/54*.)

Der von KÖLLIKER durchgeführte (auch von früheren Autoren, z. B. MANDL, siehe oben p. 623, angewandte) Vergleich der Lunge mit einer Drüse wurde später vielfach aufgenommen und noch in den letzten Jahren durch LAGUESSE *01* und MAZIARSKI *01 b* diskutiert.

/ WILLIAMS versuchte die von den verschiedenen Autoren beschriebenen Endteile der Luftwege aufeinander zu beziehen: „Die Bronchien endigen in die ‚intralobular bronchial ramifications' (ADDISON); ‚lobular passages' (TODD); ‚intercellular passages' (RAINEY); ‚mouths of the infundibula' (ROSSIGNOL). Dies sind nur verschiedene Bezeichnungen für ein und dasselbe Ding." Ferner sind nach WILLIAMS synonym: Vesiculae s. cellulae aëreae s. Malpighianae; alveoli pulmonum, Rossignol; Luftzellen oder Lungenbläschen; air-cells.

WILLIAMS erklärt es für sicher, daß ROSSIGNOL seinen Illustrationen (Infundibulum) mehr Regelmäßigkeit der Umrisse der betreffenden Teile gegeben hat, als in den Präparaten wirklich vorhanden sind. / (WILLIAMS *59*.)

Bezüglich der älteren bildlichen Darstellungen des Lungenläppchens und der Infundibula verweise ich auf die von WILLIAMS *59*, p. 266ff. und später von W. S. MILLER *00a*, p. 199ff. wiedergegebenen Figuren (darunter Kopien nach HARTING, ROSSIGNOL, KÖLLIKER, WATERS, SCHULZE).

/ Die Schilderung von WILLIAMS selbst stützt sich in vielen Punkten auf die Resultate von KÖLLIKER (Mikrosk. Anat.).

Wird eine Alveole, gelegen im zentralen Teil eines Läppchens, untersucht, so zeigt sie ein polyedrisches Gebilde, von dem eine oder zwei oder mehr Seiten fehlen oder in Foramina umgewandelt sind, durch welche der in ihm enthaltene Raum mit den Nachbarzellen kommuniziert. / (WILLIAMS *59*.)

/ Benachbarte Alveolen kommunizieren miteinander nach ADRIANI, ebenso WILLIAMS. Nach ROSSIGNOL dagegen besteht keine solche Kommunikation zwischen den Infundibula, er wurde bestätigt durch SCHULTZ, MANDL, MILNE-EDWARDS (Literatur siehe bei WATERS). Auch WATERS hat sich davon überzeugt, daß die Ansicht von ROSSIGNOL richtig ist und daß ADRIANI und WILLIAMS sich geirrt haben. WATERS hat weder beim Menschen noch bei Hund, Katze, Schaf, noch sonst einem Säugetier laterale Mündungen von Kommunikationen zwischen den differenten Säcken jedes Läppchens gefunden. / (WATERS *60*.)

/ WATERS *60* führt einen neuen und nach W. S. MILLERS Meinung besseren Namen, „Air-sac", an Stelle des unpassenden Namens „Infundibulum" ein und geht einen Schritt weiter als KÖLLIKER, indem er nachweist, daß jeder Endbronchiolus (ultimate bronchial tube) mit einer Anzahl von „Luftsäckchen" (Luftsäckchen = air-sac = infundibulum; STÖHR gebraucht den Namen „Endbläschen", der W. SPALTEHOLZ, wie derselbe in einer Anmerkung beifügt, nicht so gut scheint) zusammenhängt. Die Gruppe von Luftsäckchen, welche mit einem „ultimate bronchial tube" zusammenhängen, bilden zusammen ein Läppchen. Glatte Muskelfasern sind am „ultimate bronchial tube", welcher auch Alveolen trägt, noch vorhanden, sie hören am Anfange der Alveolen auf. / (W. S. MILLER *00a*.)

/ DEICHLER sagt: „Daß keine Kommunikation der Lungenbläschen untereinander besteht, zeigt die mikroskopische Untersuchung eines beliebigen Stückchen Lunge; die einzelnen Bläschen zeigen sich immer scharf voneinander getrennt und eine die Kommunikation vermittelnde Lücke ist nirgends zu sehen." / (DEICHLER *61b*.)

/ „Wenn die kleinen Bronchien in die Lungenläppchen eingedrungen sind, fahren sie fort sich dichotomisch und, wenngleich, selten trichotomisch zu teilen, diese Teilungen wiederholen sich sogar häufiger und der Durchmesser der Bronchien nimmt dabei ab, wenn auch nicht in dem Verhältnis, in welchem es bisher geschah. Die der Mitte der Läppchen näher gelegenen Bronchien, welche die unmittelbare Fortsetzung der extralobulären Äste zu bilden scheinen, bleiben weiter als die anderen; ihr Durchmesser nimmt auf eine gewisse Strecke langsam ab und behauptet dann eine gleichbleibende Größe; schließlich wächst er wieder, wenn sich das Kanälchen dem System von Endbläschen nähert, welches ROSSIGNOL mit dem Namen Infundibulum belegt hat. Ähnliches findet für die seitlich in die Läppchen eindringenden Kanälchen statt, nur daß

diese von ihrem Ursprung an feiner sind und bei ihrer Verästelung sich weniger verengern. Übrigens darf man sowohl bei jenen, wie bei diesen die angegebene Verteilungsweise nur als eine im allgemeinen gültige betrachten, da sie sehr häufig von der Regel abweichen."

Piso-Borme ist bekannt, daß die parietalen Bläschen, welche man längs der Wand der kleinsten Bronchien antrifft und daher von den entständigen unterscheidet, bereits von Malpighi (Opera omnia. De pulmonibus, Epistola ad Borellium p. 134) beschrieben wurden. Deren Erkenntnis wurde dann früher und mehr durch Moleschott als durch Rossignol gefördert. Rossignol nämlich (siehe oben p. 626) legte folgende Worte Malpighis parteiisch aus: „Horum imaginem, tum in interna, tum externa pulmonum regione, prout potui, acuta magnitudine, ut facilius me explicarem in postremis tabulis exaravi, ubi in secunda ex his, quae summa cum diligentia colligere potui, membraneae istae vesiculae videntur efformari ex desinentia tracheae, quae extremitate et lateribus in ampullosos sinus facessens, ab his in spatia et vesiculas inaequales terminantur". Malpighi hat allerdings das Bestehen der Parietalbläschen nur andeutungsweise und sehr kurz angegeben, aber nach ihm hat Moleschott (Moleschott *45*, p. 30 ff. Fig. 2, und Moleschott *48*, p. 14) zuerst (vergl. auch oben p. 623) ihre Existenz ausdrücklich bestätigt und nebst einer guten Beschreibung eine getreue Abbildung derselben veröffentlicht.

Piso-Borme findet: Die Parietalbläschen erscheinen an den kleinsten Bronchien kurz, nachdem sie in die Läppchen eingedrungen sind, und zwar sowohl an den zentralen Ästchen, wie an den lateralen. Anfangs sind sie wenig zahlreich und sehr klein, im weiteren Verlauf drängen sie sich mehr zusammen und werden im allgemeinen größer. „Keines der Bläschen, mögen sie wand- oder endständig sein, mündet in andere desselben Bronchialästchens oder in solche der benachbarten Kanälchen, außer eben durch den kleinen Bronchiolus, der sie trägt und in welchen sie wie in einen gemeinsamen Hohlraum einmünden". Bourgerys Labyrinthgänge sind zurückzuweisen.

Die Knorpelplättchen schwinden noch ehe die Kanälchen in die Läppchen eindringen und es entsteht eine zusammenhängende Kreisschicht von Muskelfasern, welche vorher nur auf den häutigen Teil des Röhrchens beschränkt blieb, ebenso werden die Schleimdrüsen seltener und kleiner und die Flimmerepithelzellen werden kürzer und breiter. „So wie dann der Bronchiolus in das Innere des Läppchens eindringt und weiter noch, so lange er sich zu verästeln fortfährt, verdünnen sich alle Schichten, die ihn zusammensetzen: die Muskelschicht wird weniger zusammenhängend; die Fasern der inneren elastischen Schicht werden seltener; allmählich verschwinden die Schleimdrüschen, die Epithelzellen werden ihrer Wimperhaare verlustig, kürzer und breiter, wobei sie verschiedene, nicht einfach zu benennende Formen annehmen, wie es überall beim Übergangsepithel der Fall ist." / (Piso-Borme *67*.)

/ Die kleinsten Bronchien, welche in die respirierenden Hohlräume übergehen, haben einen Durchmesser von 0,3—0,2 mm; unter 0,1 mm geht auch bei den kleinsten Säugern (Maus, Feldmaus etc.) der Bronchiendurchmesser nicht herab.

Die aus den kleinsten Bronchien hervorgehenden Gänge, deren Begrenzung zum bei weitem größten Teil durch die Alveolenwandungen selbst gebildet wird, nennt F. E. Schulze Alveolengänge.

Synonyma: intralobular bronchial ramifications (ADDISON); lobular passages (TODD); intercellular passages (RAINEY). Während nach den damals bekannten deutschen Lehrbüchern die Infundibula direkt den letzten Enden der Bronchialzweige aufsitzen sollen, gaben ähnliche Darstellungen wie F. E. SCHULZE schon LEREBOULLET *38*, ADDISON *42*, ROSSIGNOL *46/47*, LE FORT *59* auch WILLIAMS *59* und einige andere englische Autoren. / (F. E. SCHULZE *71*.)

Auch STIEDA *78* konnte sich bei zahlreichen Säugetieren von dem Vorhandensein der Schulzeschen Alveolengänge überzeugen.

/ W. S. MILLER konnte nicht feststellen, wie weit sich Schulzes „Alveolargang" erstreckt. Auf eine spezielle Anfrage gab F. E. SCHULZE W. S. MILLER folgende Definition seines „Alveolarganges". Er schrieb: „daß ich unter Alveolengängen nur solche Kanal- oder Gangbildungen verstanden habe oder verstehe, welche ringsum mit Alveolen besetzt sind. Ich bin der Überzeugung, daß gelegentlich, aber nicht immer, einzelne Alveolen oder Alveolenkomplexe auch schon vor den Alveolengängen an einem Bronchiolus auftreten können; dadurch würde aber der letztere noch nicht zu einem Alveolengange." / (W. S. MILLER *00a*.)

Daraus geht hervor, daß wir unter Alveolengang im Sinne SCHULZES einen Abschnitt zu bezeichnen haben, welcher, allseitig von Alveolen besetzt, zwischen dem Bronchus letzter Ordnung und den Endstücken (Infundibula etc.) liegt.

Im Sinne ROSSIGNOLS teile ich diesen Schulzeschen Alveolengang in zwei Abschnitte, Rossignols Öffnung und Rossignols verengten Abschnitt. Diese beiden Abschnitte belege ich mit den Namen Atrium (MILLER) und Ductulus alveolaris (B. N. A.). Wenn auch MILLER erklärt (siehe auch unten MILLERS Zusammenfassung), daß sein Terminalbronchus nicht dem Alveolengang von SCHULZE oder KÖLLIKER entspreche, so liegt er doch genau zwischen Atrium und Bronchiolus respiratorius. Da der fragliche Abschnitt ringsum mit Alveolen besetzt ist, halte ich es nicht für richtig, ihn mit Bronchus (Millers Terminalbronchus bleibt doch immer ein Bronchus) zu benennen. Vielmehr möchte ich diesen Abschnitt, den doch ROSSIGNOL und SCHULZE als von Alveolen besetzt (noch nicht zylindrisches Rohr ROSSIGNOLS) erkannten, mit dem Namen Ductulus alveolaris (B. N. A.) benennen und MILLERS Namen Terminalbronchus zurückweisen (OPPEL).

/ Das, was KÖLLIKERS Auffassung fehlte, brachte F. E. SCHULZE mit glücklicher Hand hinzu: die Unterscheidung zwischen den kleinsten Bronchioli und den mit Alveolen versehenen respirierenden Gängen oder Kanälen.

Auch HENLE hat die Auffassung SCHULZES und den Namen „Alveolengänge" adoptiert. SCHULZE aber sagt, die Alveolengänge enden blind mit kleinen, meistens trichterförmig sich erweiternden Endausläufern und ähnlich trichterförmig gestalteten kurzen seitlichen Ästchen; beide wurden wegen ihres verhältnismäßig engen Eingangs und weiten Grundes „Infundibula" genannt. HENLE bemerkt, die Endästchen besäßen keine Trichterform, er läßt daher den Namen und den Begriff Infundibulum gänzlich beiseite. STIEDA schließt sich HENLE an und wendet sich besonders gegen eine Figur HOFFMANNS (2. Auflage von Quains Anatomie), in welcher das Infundibulum große Ähnlichkeit mit den Umrissen des Läppchens zeigt. / (STIEDA *78*.)

/ Auch v. EBNER wendet sich gegen den vielgeschmähten Namen Infundibulum. Zweige des Bronchus dexter und sinister sind die „Rami

bronchiales", deren Enden „Bronchioli". Mit diesen stehen die Luftzellen oder Lungenbläschen (Alveoli pulmonum, Rossignol) in Verbindung, indem die Bronchialästchen in erweiterte verästelte Gänge (Alveolengänge) sich fortsetzen, in welche von allen Seiten zahlreiche Lungenbläschen einmünden. Diese Alveolengänge entsprechen den kleinsten Läppchen tubulo-acinöser Drüsen, „und es ist daher nicht die geringste Nötigung vorhanden, dieselben mit einem anderen Namen zu bezeichnen, wie ROSSIGNOL der sie Infundibula nannte. Dieser Ausdruck beruhte auf der unrichtigen Vorstellung, daß jeder Bronchiolus sich plötzlich trichterförmig in einen birnförmigen Sack erweitere (Infundibulum), der ringsum von Alveolen bedeckt ist, wie dies etwa im großen bei der Lunge eines Frosches der Fall ist, die in der Tat einen ringsum mit wabigen Ausbuchtungen besetzten Sack darstellt. Tatsächlich gibt es aber in der Säugetierlunge solche Infundibula, wie sie der Vorstellung ROSSIGNOLS zugrunde lagen, nicht, sondern vielmehr „verzweigte Gangsysteme, welche ganz an jene von tubulo-acinösen Drüsen erinnern. Als Trichter oder Infundibula könnte man höchstens die blinden terminalen Enden der Alveolengangsysteme bezeichnen, was jedoch überflüssig und der von ROSSIGNOL entwickelten Vorstellung nicht genau entsprechend ist, da ja die plötzliche Erweiterung des Gangsystemes nicht an dessen blinden Endästen, sondern am Übergange des Bronchiolus in die Alveolengänge sich findet. So aufgefaßt, weicht der Bau der Lunge nicht erheblich von den anderen tubulo-acinösen alveolären Drüsen mehr ab, nur daß in ihr, wenigstens beim Erwachsenen, eine teilweise Verschmelzung der Drüsenbläschen oder Luftzellen eines Läppchens stattgefunden zu haben scheint, indem man, wie ADRIANI mit Recht meldet, die Scheidewände zwischen denselben hie und da durchbrochen und auf einzelne Balken zurückgeführt findet." / (v. EBNER *99*.)

/ Die folgende Beschreibung MILLERS bezieht sich auf die Hundelunge, zeigte sich jedoch später als von allgemeiner Bedeutung: Eine gute Vorstellung von dem Bau des Lungenläppchens (siehe Fig. 309) läßt sich erhalten, wenn man dasselbe mit einem pompejanischen Hause vergleicht. Der Gang, welcher von dem Terminalbronchus wegführt, ist das „Vestibulum", welches sich in das „Atrium" öffnet. Von hier geht die „faux" oder „air-sac passage" ab, welche in das „peristylum" oder „air-sac" führt. Dieser „air-sac" ist ringsum mit „cubicula" oder „air-cells" besetzt. Besonders wesentlich ist, daß die „air-sacs" nicht direkt mit dem Terminalbronchus kommunizieren, wie dies gewöhnlich beschrieben wird, vielmehr findet sich zwischen jedem air-sac und dem Terminalbronchus eine Höhle, welche in allen Teilen der Lunge konstant ist, und welche MILLER „Atrium" nennt. Die Kommunikation zwischen Atrium und Bronchus nennt MILLER Vestibulum und die zwischen Atrium und air-sac nennt er „air-sac passage" oder einfach „sac passage". / (W. S. MILLER *92*.)

MILLERS Einteilung ist insofern von Bedeutung, als sie einen topisch abgrenzbaren Abschnitt, welchen (siehe oben p. 624) zweifellos schon ROSSIGNOL *46/47* gesehen hatte, allgemeiner bekannt machte und mit dem Namen „Atrium" (MILLER) belegte.

Dem Durchdringen der MILLERschen Lehre waren verschiedene Umstände hinderlich, einmal die vielen neuen Namen für bekannte Dinge, welche MILLER damals einzuführen versuchte und zum Teil später selbst wieder fallen ließ.

Vor allem hindert ein Verständnis der MILLERschen Lehre der Umstand, daß MILLER den allbekannten Alveolengang (Ductulus alveolaris;

B. N. A.) als Terminalbronchus (siehe in der Tabelle unten: MILLERS Nomenklatur, vergl. auch oben p. 631) bezeichnet, während dieser Abschnitt (MILLER konnte das aus der von ihm eingeholten Meinungsäußerung F. E. SCHULZES doch deutlich ersehen) ganz aus Alveolen besteht, also nicht als Bronchus bezeichnet werden kann. Infolge dieser irreleitenden Benennung MILLERS erklärte nun MERKEL *94* seinerseits wieder irrtümlich: „Das Atrium ist der bekannte Alveolengang.“

/ Auch v. EBNER verhält sich in seinem Lehrbuch gegen die Millerschen Namen ablehnend, er glaubt, daß sich diese Namen kaum einbürgern dürften, ohne jedoch eingehender darzutun, ob die von W. S. MILLER behaupteten anatomischen Tatsachen zu Recht bestehen oder nicht. Besteht vor allem, was spätere Autoren bestätigten, ein Atrium

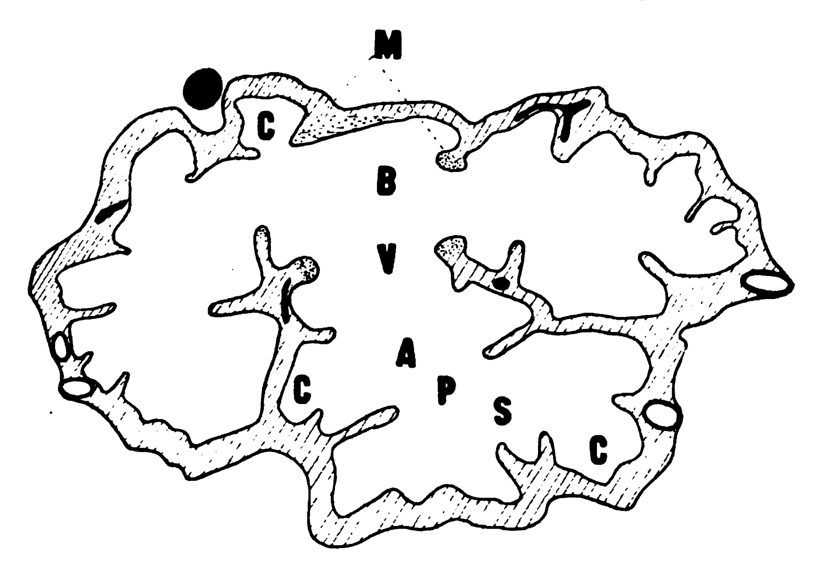


Fig. 309. **Lunge vom Hund.** Schnitt durch einen Terminalbronchus, Atrium und Luftsack (air-sac). *B* Terminalbronchus, *A* Atrium, *S* Luftsack, *V* Vestibulum, *P* Sackpassage, *C* Alveolen (air-cells), ausgehend vom Terminalbronchus, Atrium und Luftsack, *M* Muskelfasern in der Wand des Terminalbronchus. Die Arterien sind schwarz, die Venen dick umrandet. Vergrößerung ungefähr 75fach (mit der Camera gezeichnet). (Nach W. S. MILLER *92*.)

als anatomisch bestimmter Teil, so werden wir dasselbe doch auch irgendwie bezeichnen müssen. Wenn es auch keine histologischen Unterschiede von den Luftsäckchen aufweist, so unterscheidet es sich von diesen doch topisch. / (OPPEL *01*.)

Ich halte es für angezeigt, die bereits oben p. 624 f. erwähnte klassische Beschreibung von ROSSIGNOL *46/47* hier neben die heute gebräuchlichen Namen zu stellen.

Aus der Verbindung mehrerer Infundibula	Endstücke
resultiert eine gemeinschaftliche Öffnung, immer kleiner als die Summe der vereinigten Mündungen, aber größer als jede von ihnen. Sie weist anfangs zwei oder drei Segmente im Umkreis auf.	Atrium

Aber in dem Maße, in welchem sie sich vom Verbindungspunkt entfernt, rundet sie sich ab, indem sie sich etwas verlängert	Ductulus alveolaris
und bildet bald die Mündung eines vollständig zylindrischen Rohres (siehe oben p. 624). Bronchien der beiden letzten Ordnungen zeigen wahre parietale Alveolen (siehe oben p. 625)	Bronchiolus respiratorius.

Unter obigen Benennungen bringe ich auch hier das uns aus der Drüsennomenklatur (siehe den III. Teil dieses Lehrbuches) geläufige Wort „Endstück" an Stelle der älteren Bezeichnungen (Infundibulum, Luftsack, Endbläschen etc.) zum Vorschlag und werde diesen Terminus im folgenden öfters gebrauchen. Derselbe scheint mir geeignet, weil er die Fehler der früheren Benennungen vermeidet, welche in uns bestimmte räumliche Vorstellungen (Sack, Trichter, Bläschen) hervorrufen, während doch die Gestalt der Endstücke in der Wirbeltierlunge eine recht wechselnde ist.

Was das viel geschmähte Wort Infundibulum anlangt, so habe ich auf Grund der Lektüre des ROSSIGNOLschen Werkes doch den Eindruck erhalten, daß ROSSIGNOL mit diesem Wort viel richtigere Vorstellungen verband, als manche spätere Autoren meinten. Entfernt man von der Lungenoberfläche einen ganz dünnen Tangentialschnitt und sieht nun auf die freigelegten, angeschnittenen Endstücke der Lunge (nicht des Schnittes) mit der Lupe, so kann man an geeigneten Stellen wohl deren trichterförmige Verjüngung gegen das Atrium zu wahrnehmen.

/ Auch KÖLLIKER *50/54* verwirft zwar die von ROSSIGNOL eingeführte, leicht irreleitende Bezeichnung „Infundibulum", nimmt sie aber später (KÖLLIKER *81*) wieder auf. / (W. S. MILLER *00a*.)

/ Die früher von W. S. MILLER gebrauchten Bezeichnungen „Vestibulum" und „Air-sac passage" hat derselbe später fallen gelassen, da sie die Nomenklatur unnötigerweise verwickelt machen und da sie nur Öffnungen zwischen Lufträumen bezeichnen sollten, selbst aber keinen Luftraum umschließen. / (W. S. MILLER *00a*, p. 205 Anm.)

Zum Verständnis der Ausführungen W. S. MILLERS ist vorauszusetzen, daß derselbe (wie ich oben p. 631 nachgewiesen habe) den Begriff des Ductulus alveolaris mißdeutete, indem er diesen ganz mit Alveolen besetzten Abschnitt als Bronchus (Terminalbronchus) bezeichnete, während ROSSIGNOL und SCHULZE die Abschnitte Endbronchus, Alveolengang (und ROSSIGNOL auch das Atrium) als drei aufeinanderfolgende Abschnitte wohl zu scheiden verstanden.

/ W. S. MILLER führt nun in seiner Nomenklatur aus, daß der letzte Ast des Bronchus, den er „Terminalbronchus" (Alveolargang) nannte, sich an seinem distalen Ende etwas erweitert, ehe er sich in das Parenchym der Lunge auflöst. Aus diesem erweiterten Endstück des „Terminalbronchus" führen 3 bis 6 ziemlich runde Öffnungen in annähernd sphärische Hohlräume, denen W. S. MILLER den Namen „Atria" gegeben hat. Jedes Atrium wiederum hängt mit einer Anzahl größerer und unregelmäßigerer Hohlräume („Air-sacs") zusammen, welche an ihrer Oberfläche kleine Vorbuchtungen („Air-cells") tragen.

Aus dieser Beschreibung geht hervor, daß die Endstücke (Air-sacs, Infundibula, Luftsäckchen) nicht unmittelbar mit dem „Terminalbronchus" (Alveolengang) zusammenhängen, wie es gewöhnlich beschrieben wird, sondern daß zwischen jedem Luftsäckchen und dem Alveolargang noch ein Hohlraum eingeschaltet ist, der sich regelmäßig in allen Teilen der

Lunge findet, und dem W. S. MILLER den Namen „Atrium" gegeben hat (vergl. Fig. 310, 311, 312).

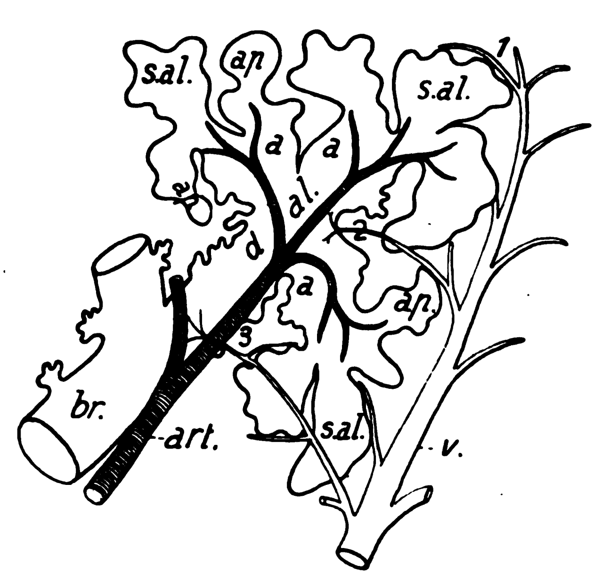


Fig. 310. **Schematischer Durchschnitt eines Lungenläppchens**, der die Beziehung der Blutgefäße zu den Lufträumen zeigt. *br* Bronchiolus respiratorius, *d.al* Ductulus alveolaris (die Buchstaben *al* stehen im erweiterten distalen Ende desselben), ein zweiter Ductus alveolaris ist abgeschnitten gezeichnet; *a a a* Atria, *s.al s.al* Sacculi alveolares, *ap ap* Alveoli pulmonis, *art* Arteria pulmonalis mit ihren Ästen zu den Atrien u. Sacculi, *v* Vena pulmonalis mit Ästen von der Pleura (*1*), vom Ductulus alveolaris (*2*) und von der Teilungsstelle des Bronchiolus respiratorius (*3*). Vergr. ca. 35fach. (Nach W. S. MILLER *00a*.)

Einige Autoren behaupten zwar, daß der Abschnitt, den W. S. MILLER als Atrium bezeichnet hat, identisch sei mit dem „Alveolengang" von F. E. SCHULZE und KÖLLIKER, doch beruht diese Angabe nur auf einer



Fig. 311. **Lunge von der Katze.** Camera lucida-Zeichnung eines Schnittes. Vergr. 20fach. *B* Bronchiolus, *BR* Bronchiolus respiratorius, *TB TB* Ductuli alveolares („terminal bronchi"), *A A* Atria, *AS AS* Sacculi alveolares („air-sacs", Infundibula). Die übrigen Räume sind Abschnitte von Sacculi sowie Alveolen. *V V* Venae pulmonales; man beachte ihre Lage zu den Bronchien. Die Arteria pulmonalis ist als gleichmäßig schwarzer Strang gezeichnet, der, etwas schräg angeschnitten, im Bindegewebe neben dem Bronchiolus respiratorius liegt. Das eine Atrium hängt zwar auf diesem Schnitte nicht direkt mit dem Ductulus alveolaris zusammen, gehört aber doch zu ihm; einige Schnitte weiter in der Serie ist der Zusammenhang deutlich. Vergrößerung 20fach, reduziert auf $^{9}/_{10}$. (Nach W. S. MILLER *00a*.)

irrigen Auffassung der Beschreibung und der Abbildungen W. S. MILLERS. „Das Atrium ist durchaus verschieden davon und ein bisher unbekannter Luftraum."

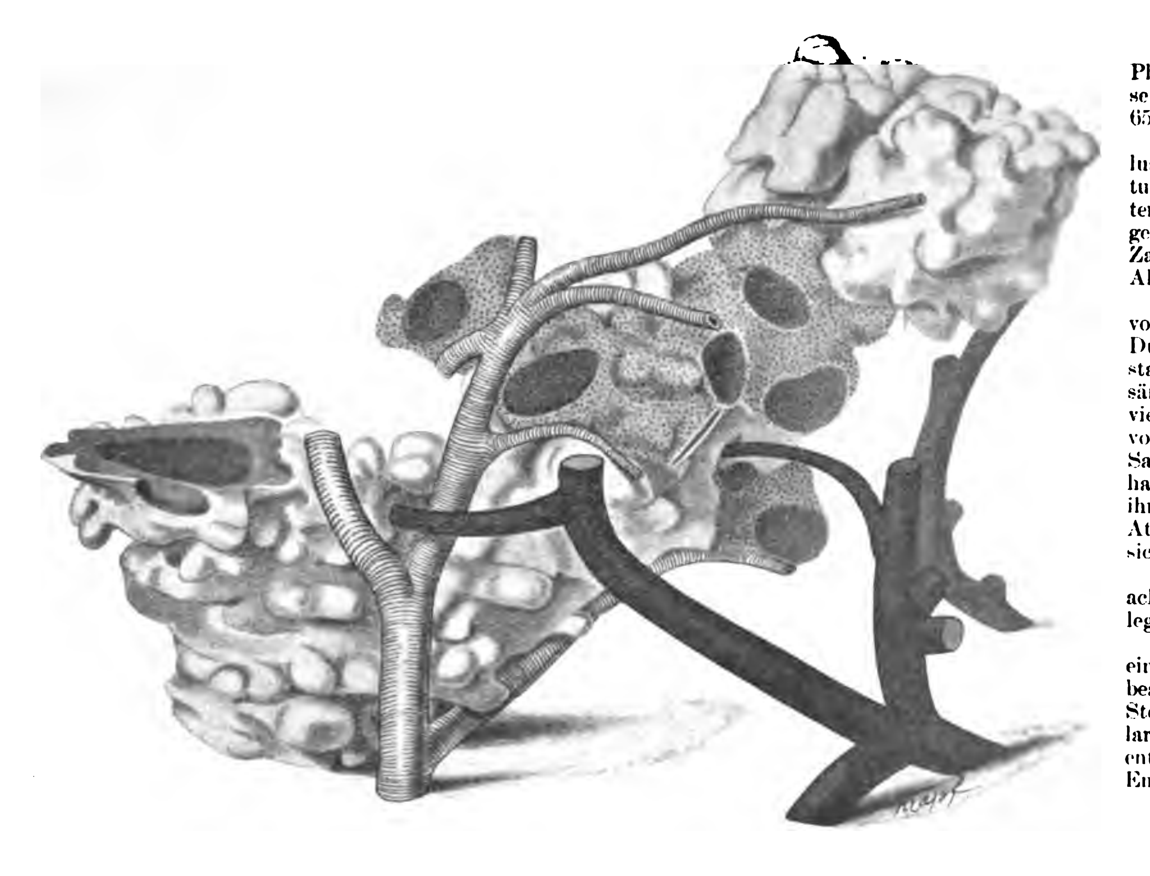


Fig. 312. **Lunge vom Hund.** Plattenmodell eines Lungenläppchens mit seinen Blutgefäßen. Vergrößerung zirka 65fach, reduziert auf $^{9}/_{10}$.

Grau: Endabschnitt eines Bronchiolus respiratorius, der sich in zwei Ductuli alveolares gabelt; von diesen letzteren ist einer gerade an der Stelle abgeschnitten, wo ein Atrium abgeht. Zahlreiche von der Oberfläche abgehende Alveolen sind sichtbar.

Grau mit Punkten: Vier der fünf vorhandenen Atrien, welche mit dem Ductulus alveolaris in Zusammenhang standen. Von drei dieser Atrien sind sämtliche Sacculi abgeschnitten; am vierten Atrium sind nur drei von den vorhandenen fünf Sacculi entfernt, zwei Sacculi (grau) sind noch im Zusammenhang gelassen und lassen auch deutlich ihre Alveolen erkennen. Das fünfte Atrium ist auf der Zeichnung nicht sichtbar.

Weiß: Arteria pulmonalis; man beachte den Ast, der das am tiefsten gelegene Atrium versorgt.

Schwarzgrau: Venae pulmonales. Nur einige von ihnen sind sichtbar. Man beachte dabei den Zweig, der von der Stelle herkommt, wo die Ductuli alveolares aus dem Bronchiolus respiratorius entspringen, sowie denjenigen vom distalen Ende des Ductulus alveolaris.

(Nach W. S. MILLER *ooa.*)

Der Alveolengang KÖLLIKERS ist ein länglicher Raum, besitzt, wie W. S. MILLER gezeigt hat, glatte Muskelfasern in seiner Wandung und hängt nur mit einem einfachen Infundibulum zusammen. Der „ultimate bronchial tube" von WATERS und der „Alveolengang" von SCHULZE sind ebenso länglich, röhrenförmig, haben gleichfalls glatte Muskelfasern in ihren Wänden, kommunizieren aber nicht nur mit einem einzigen Infundibulum, sondern mit einer Gruppe von solchen. W. S. MILLERS Atrium dagegen ist nicht röhrenförmig, sondern von mehr oder weniger deutlich kugeliger Gestalt; seine Wände besitzen keine glatten Muskelfasern, sondern gleichen in ihrem Bau durchaus denen der Luftsäckchen (Infundibula). Was seine Größe anlangt, so ist er viel kleiner als die Luftsäckchen, und seine Oberfläche ist genau so, wie diejenige des Alveolarganges und der Luftsäckchen mit zahlreichen Alveolen besetzt. (Wenn ein Raum von kugeliger Gestalt mit zahlreichen Alveolen besetzt ist, so kann derselbe nicht so wesentlich kleiner sein als eines der Endstücke, so daß die von MILLER angegebene Kleinheit des Atriums uns nicht hindern kann, dasselbe auf den entsprechenden, von ROSSIGNOL geschilderten Abschnitt zu beziehen.)

Der Bau von W. S. MILLERS „Terminal bronchus" ist demjenigen des „Alveolenganges" von F. E. SCHULZE ähnlich. Er ist länglich, röhrenförmig und eine große Menge von Alveolen öffnet sich in ihn. Ebenso besitzt er eine deutliche Schicht glatter Muskelfasern; diese sind ringförmig um die Öffnungen angeordnet, welche in die Atrien und Alveolen führen, genau so, wie dies KÖLLIKER für die Infundibula und Alveolen beschrieben hat.

Jenseits des „Terminalbronchus" konnte auch W. S. MILLER keine glatten Muskelfasern finden. Sie fehlen in der Wandung der Atrien, der Luftsäckchen und Alveolen.

Derjenige Abschnitt des Bronchialbaumes, von dem sich der „Terminalbronchus" abzweigt* (Bronchiolus respiratorius, B.N.A.), besitzt ebenfalls Alveolen, die sich in ihn öffnen. In einzelnen Fällen fand W. S. MILLER auch Luftsäckchen (Infundibula) und sogar Atrien, die mit zwei oder mehr Luftsäckchen in Verbindung standen, von diesem Teile des Bronchialbaumes abgehen.

Nach den Abbildungen von KÖLLIKER, WATERS und F. E. SCHULZE besitzen die Endstücke (Infundibula, Air-sacs, Luftsäckchen) eine längliche Form, und LUSCHKA *63* führt an, daß die Infundibula unmittelbar unter der Pleura in ihrer Form rundlicher sind als die tiefer in der Lunge gelegenen. Diese Angaben konnte W. S. MILLER nicht bestätigen. Die Luftsäckchen haben (in verschiedenen Lungenteilen und bei verschiedenen Säugetieren einschließlich den Menschen) überall eine außerordentlich unregelmäßige Gestalt und es gibt für sie in den verschiedenen Abschnitten der Lunge durchaus keine konstante Form.

Bei der Bedeutung der MILLERschen Befunde halte ich es für angezeigt, hier noch seine Zusammenfassung im Wortlaut wiederzugeben.

MILLER schließt: „Der von mir als ‚Terminal bronchus' bezeichnete Abschnitt entspricht nicht dem Alveolargang von SCHULZE oder VON KÖLLIKER. Er enthält reichliche Mengen glatter Muskelfasern. Das distale Ende jedes Alveolarganges ist erweitert. In der Wand dieser Erweiterung sind drei bis fünf nahezu rundliche Öffnungen vorhanden, welche in die Atrien führen. Alle Teile dieses Alveolarganges besitzen Alveolen. Die Mündungen der Alveolen und der Atrien sind von glatten

Muskelfasern umkreist, welche eine Art von Sphincter bilden. Jenseits des Alveolarganges finden sich keine glatten Muskelfasern.

Die Atrien sind ungefähr kugelige Hohlräume, welche unmittelbar einerseits mit dem Alveolargang, andererseits mit dem Luftsäckchen zusammenhängen. Sie besitzen keine glatten Muskelfasern in ihrer Wandung. Jedes Atrium steht mit zwei oder mehr Luftsäckchen in Zusammenhang und ist außerdem mit Alveolen besetzt, die sich in das Atrium öffnen. Das Atrium ähnelt in keiner Weise dem Alveolargang von SCHULZE oder KÖLLIKER und ist ein bisher unbekannter Abschnitt des Respirationstractes."

E. A. SCHÄFER (Quain's Elements of anatomy, 10. Aufl., Vol. III, Pt. 4, p. 183) hat infolge eines Mißverständnisses bei seiner schematischen Abbildung der Lunge den Ausdruck „Atrium" für einen Abschnitt verwandt, der deutlich das erweiterte Ende eines „Terminalbronchus" ist. (W. S. MILLER *00a*.)

Von dem Vorhandensein der Atria habe ich mich selbst überzeugt, und ich habe schon 1903 (OPPEL *03*) aus damals noch nicht veröffentlichten, inzwischen erschienenen Untersuchungen (OPPEL *05*) mitgeteilt, daß die Atria auch bei niederen Säugetieren und in der Entwicklung als Ausgangspunkt für die Endstücke (Luftsäckchen) eine wesentliche Rolle spielen.

Auch MERKEL *02* akzeptiert (p. 102) MILLERS Namen Atrium, aber er wendet ihn — und darin erscheint wieder MILLERS Unstern — auf einen ganz anderen Begriff an, den ich längst zu Grabe getragen wähnte, nämlich an Stelle des früheren Infundibulums. Soweit sich aber der ROSSIGNOLsche Begriff Infundibulum heute überhaupt aufrecht erhalten läßt, entspricht derselbe entweder einem Atrium plus einem der von letzterem ausgehenden alveolentragenden Endstücke (Air-sac MILLER) oder nur einem der letzteren allein, also keinesfalls dem Atrium (im Sinne MILLERS) allein.

MERKEL *02* schreibt p. 100: „Der gemeinsame erweiterte Raum, an welchen sich die Alveolen anschließen, wird von manchen Seiten besonders benannt. ROSSIGNOL nennt ihn Infundibulum, MILLER Vorhof, Atrium." Dieser Satz MERKELS ist also unrichtig. ROSSIGNOLS Infundibulum und MILLERS Atrium sind ganz verschiedene Dinge. Mehrere Endstücke (Infundibula) münden in ein Atrium zusammen und die Atria waren bereits ROSSIGNOL bekannt und wurden von diesem bereits von den Infundibula unterschieden. Ich meine daher, wir sollten den Namen Atrium demjenigen Abschnitt belassen, für welchen ihn MILLER vorgeschlagen hat, als er eben diesen von ROSSIGNOL bereits erkannten Abschnitt zuerst genau präzisierte.

Eingehend habe ich mich in meiner Arbeit über die Lunge niederer Säugetiere (OPPEL *05*) mit der Lehre von der Anordnung der Lufträume in der Lunge befaßt. Ich ging dort aus von der Arbeit von ROSSIGNOL *46/47*, welche ich als die bedeutendste, im 19. Jahrhundert erschienene Arbeit über die Säugetierlunge bezeichnete. Ich schilderte ferner, daß in den oben p. 624 f. angeführten Worten ROSSIGNOLS alles Wesentliche enthalten ist, was die Forschung des Restes des Jahrhunderts sich Mühe gab, zu bestreiten, nicht zu beachten und in erster Linie — neu zu entdecken. Es ist zweifellos, daß ROSSIGNOL die Bronchioli respiratorii sah, indem er den letzten Ordnungen der Bronchien parietale Alveolen zuschrieb. Ebenso erkannte er bereits den Alveolengang SCHULZES und das Atrium MILLERS. Bei der Wichtigkeit der Sache hielt ich es für

gerechtfertigt, auch dort die Worte ROSSIGNOLS und die von mir gebrauchten Namen (siehe die Tabelle am Schlusse dieses Kapitels und oben p. 633 f.) tabellarisch nebeneinander zu stellen.

Die letzten Abschnitte, welche sich heute nach den neuesten Forschungsresultaten (vergl. darüber auch meine Aufsätze in den neuesten Bänden der Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte) in der Lunge der Säugetiere und des Menschen unterscheiden lassen, sind also dieselben, welche bereits ROSSIGNOL erkannt hat. Wie verhalten sich nun dazu jene Befunde, welche ich (OPPEL *05*) an den niederen Säugetieren erheben konnte? Nicht gerade ausschließlich bei niederen Säugetieren, sondern überhaupt bei Säugetieren ist es mir ins Auge gefallen, daß in kleinen Lungen (also bei kleinen Tieren), bei denen der Weg vom Hilus zur Pleura ein kürzerer ist, nicht etwa alle in großen Lungen vorhandenen Abschnitte der Luftwege gleichmäßig verkürzt sind. Vielmehr habe ich den Eindruck, daß das luftleitende System in den ganz kleinen Lungen wesentlich vereinfacht ist. Ferner treten besonders in ganz kleinen Lungen diejenigen der atmenden Räume, welche bei größeren Tieren im Inneren der Lungen liegen, gegenüber den peripher (subpleural) gelegenen Räumen wesentlich zurück. Immerhin waren auch bei den kleineren der von mir untersuchten niederen erwachsenen Säugetiere die Lungen größer als bei den allerkleinsten höheren Säugetieren, bei denen ich den Bau der Lunge bisweilen fast noch einfacher fand. Wir sehen, daß wir bei einem Vergleich von vornherein nicht alles, was bei den untersuchten niederen Säugetieren in der Lunge auffällt, ohne weiteres als niedere Entwicklungsstufe auffassen dürfen, vielmehr kehrt manche dieser Eigentümlichkeiten auch bei den kleineren Typen höherer Säugetiere wieder.

Bei der durch diese verschiedenen Ursachen bedingten einfacheren Gestaltung der Luftwege in der Lunge der untersuchten niederen Säugetiere haben sich nun aber bestimmte Eigentümlichkeiten erhalten, welche ich demnach als charakteristisch für niedere Säugetiere bezeichnen möchte. Bei allen erwachsenen Exemplaren der untersuchten Tiere ließen sich im Anschluß an die letzten Bronchialverzweigungen stets gut entwickelte Atria von runder, oft auch mehr länglicher Gestalt unterscheiden, von denen dann die Endstücke ausgingen. Zwischen Atrium und dem allseitig zylindrischen Bronchus war bisweilen ein kurzer, manchmal auch ein etwas längerer Bronchiolus vorhanden, der oft beiderseits, oft nur einerseits eingesprengte Alveolen zeigte; namentlich wenn dieser Abschnitt länger war, machte er den typischen Eindruck eines Bronchiolus respiratorius. Oft schob sich auch zwischen letzterem und dem Atrium eine nur alveolenhaltige Strecke ein, welche das Vorhandensein eines kurzen Alveolarganges annehmen läßt. Doch ist das Auftreten dieser beiden Bildungen ein wechselndes und häufig unvollkommenes. Da nun bei höheren Säugetieren jene beiden von ROSSIGNOL beschriebenen Abschnitte durch KÖLLIKER, F. E. SCHULZE und andere Autoren als allgemein vorkommend bestätigt wurden, so dürfen wir wohl annehmen, daß diese Bildungen, insbesondere ein längerer Alveolargang, eine neue Erwerbung der höheren Säugetiere (wenigstens derer mit bedeutender Körpergröße) sowie des Menschen darstellen. Hinsichtlich der Ausbildung eines Bronchiolus respiratorius scheinen mir einige der von mir untersuchten Marsupialier eine höhere Stufe erreicht zu haben als die Monotremen.

Noch einfacher als bei den erwachsenen Tieren gestalten sich die Lufträume, wenn wir uns zu den von mir untersuchten Beutelföten der Monotremen und Marsupialier wenden. Hier nämlich glaube ich jene einfachen Lufträume, in welchen der Gasaustausch auch nach den Angaben älterer Beobachter stattfindet, als Atria deuten zu müssen, während die Endstücke (Infundibula) der erwachsenen Tiere erst in der Bildung begriffen sind. Ich bin mir wohl des Umstandes bewußt, daß bei der Luftatmung junger Beutelföten sekundäre Erwerbungen zu beachten sind. Diejenigen Einrichtungen aber, welche diese Luftatmung ermöglichten, mußten schon vorhanden sein, als diese jungen Tiere einst in der Phylogenie die Luftatmung begannen. Mögen sich immerhin die Räume der Luftatmung bei diesen Beutelföten erst sekundär erweitert haben und so zu dem geworden sein, was sie heute sind. Sollten aber jene Räume sich durch die frühzeitig in die Lunge eindringende Luft ausdehnen können, so mußten doch jedenfalls jene Räume mit ihren Wänden vorhanden sein. Kurz, sollten sich Atria erweitern können, so mußten doch erst Atria vorhanden sein. Ich stehe daher nicht an, anzunehmen, daß die Lungen der Beutelföten bereits zu einer Zeit der Atmung dienen können, zu der erst Atria, noch nicht aber Endstücke (Infundibula) gebildet sind. Der Gedanke ist nun sehr naheliegend, anzunehmen, daß die Atria überhaupt ältere Einrichtungen der Säugerlunge darstellen, als es die Endstücke (Infundibula) sind, und daß vielleicht die Atria, ehe sich die Endstücke von ihnen abspalteten, einst allein der Atmung dienten. Damit eröffnet sich für die Phylogenie der Wirbeltierlunge ein neuer Standpunkt, auf den mich zu stellen ich nicht unterlassen möchte. Wie in den letzten Jahren durch meine Arbeiten bekannt geworden ist, bestand bisher nicht die Möglichkeit eine einzelne Alveole oder ein einzelnes Endstück (Infundibulum) der Säugetierlunge mit einem bestimmten Abschnitt der Lunge niederer Wirbeltiere zu homologisieren. Vergl. darüber meine Ausführungen oben p. 204 ff. besonders aber meine Lehre vom primären Atrium oben p. 210 f.

Damit, daß ich nun bei den Beutelföten jene Atria in ihren einfachsten Formen erkannt habe, welche erfahrungsgemäß der Atmung in der Säugetierlunge dienen können, halte ich es für berechtigt, von diesen Atria aus die Brücke zu den niederen Wirbeltieren zu suchen. Ebenso falsch, wie früher, wäre es natürlich nunmehr, etwa die Proteuslunge einem Atrium homologisieren zu wollen, denn die Proteuslunge entspricht der Summe sämtlicher Atria. Wohl aber erscheinen die Lungen der heute lebenden Reptilien von großer Wichtigkeit, und es kann die Frage ausschlaggebend werden, ob sich in deren Entwicklung vielleicht Verhältnisse zeigen, welche mit den Atria der Säugetiere Ähnlichkeit besitzen. Fanny Moser *02* kam zum Resultat, daß die Ähnlichkeit der Echidnalunge (wie sie von Narath beschrieben wurde), mit der Reptilienlunge nicht eine bloß „äußerliche und zufällige“ ist, wie Narath annimmt, sondern eine viel tiefer liegende, in der ganzen Entwicklung der Lunge begründete. Die von Narath gegebene Abbildung eines Querschnittes durch die Lunge einer eben geborenen Echidna gleicht, wie F. Moser ausführt, in ihrer ganzen Struktur sehr der jungen Krokodilierlunge, die Narathsche Figur vom Querschnitt der Lunge eines jungen Echidnaembryo gleicht Hatteria, mehr aber noch Emys, und zwar ist die Ähnlichkeit eine so große, daß, wenn nur letztere Lunge ohne Angabe ihrer Herkunft vorläge, sie für eine Reptilienlunge gehalten werden müßte. Fanny Moser bedauerte damals, daß bis dahin

das Material fehlte, zu untersuchen, wie die Echidna-Lunge postembryonal allmählich ihr reptilienartiges Aussehen verliert, indem ihr Hohlraumsystem eng und schmal wird und dann ganz den Lungen der übrigen Säuger gleicht.

Da kann nun wieder mein Material einsetzen, welches auch zeigt (siehe meine Abbildungen unten bei Echidna und Dasyurus), daß von den im NARATHschen Stadium allein vorhandenen Atria, welche sich auch weiterhin erhalten, die Bildung der Endstücke (Infundibula) ausgeht.

Ich glaube also, daß wir heute die in der Reptilien- und Säugerlunge vorhandenen atmenden Räume in dem Sinne vergleichen dürfen, daß es in beiden Lungen in der Entwicklung zur Anlage primärer Hohlräume kommt, von denen sich bei den Säugetieren später nach Abgliederung der Endstücke (Infundibula) noch beim Erwachsenen Reste in Gestalt der sogenannten Atria erhalten./ (OPPEL *05*.)

Diese meine Befunde an Lungen niederer Säugetiere unterstützen in vielen Punkten die von mir oben p. 209ff. aufgestellten Lehren über die Phylogenie der Wirbeltierlunge im allgemeinen. Hier im speziellen mußten sie erwähnt werden, da sie, an den niedersten Säugetieren erhoben, den Schlußstein in der Beweisführung bilden, daß meine Anschauungen über die Anordnung der Lufträume in der Lunge der Säugetiere mit Recht auf alle Vertreter dieser Gruppe ausgedehnt werden dürfen.

Zum Schlusse dieses Abschnittes gebe ich eine Tabelle, aus der die von mir vorgeschlagene Nomenklatur ersichtlich ist. Dieselbe beruht auf der von mir als richtig befundenen ROSSIGNOLschen Erwähnung der betreffenden Abschnitte, sie lehnt die MILLERsche Bezeichnung für den Ductulus alveolaris energisch ab, sie folgt den Vorschlägen der Nomenklaturkommission der Anatomischen Gesellschaft, trennt aber das Atrium im Sinne ROSSIGNOLS und MILLERS vom Ductulus alveolaris SCHULZES und der B. N. A. als eigenen Abschnitt ab. Das deutsche Wort Endstück endlich möge die Nomenklaturkommission in geeigneter Weise ins Lateinische übertragen, da nun einmal gegen die Worte Trichter, Sack, Bläschen etc. begründete Vorurteile bestehen. Einer etwaigen Übersetzung „pars terminalis“ für „Endstück“ könnte der Fehler der zu allgemeinen Bedeutung vielleicht durch den Zusatz von [pulmonum] benommen werden.

ROSSIGNOL	SCHULZE	B. N. A.	MILLER	OPPEL
Zylindrisches Rohr	—	Bronchiolus respiratorius	Bronchus III	Bronchiolus respiratorius
Verengter Abschnitt	Alveolengang	Ductulus alveolaris	Terminal bronchus	Ductulus alveolaris
Öffnung			Atrium	Atrium
Infundibulum	Infundibulum	—	Air sac	Endstück
Alveole	Alveole	Alveolus pulmonis	Air cell	Alveolus pulmonis

Alveolen der Säugerlunge.

Größe und Form der Alveolen: /HOME und BAUER haben zuerst angegeben, daß ein Größenunterschied zwischen den Vesiculae (wie man früher die Alveolen nannte) der Lungenoberfläche und des Lungeninnern bestehen. MOLESCHOTT gibt an, daß er 0,02 mm zu Gunsten der Bläs-

chen der Lungenoberfläche beträgt. Ferner ist allgemein angenommen, daß die Vesiculae der Spitze der Lunge größer sind, als diejenigen der Basis. — Alle diese Unterschiede können nach ROSSIGNOL im kranken Zustand bestehen, aber in den gesunden Lungen begegnet man nichts Analogem. Dagegen nehmen die Lungenalveolen von der Kindheit bis zum Greisenalter allmählich an Kapazität in fast regelmäßiger Progression zu. ROSSIGNOL gibt über diese Verhältnisse folgende Tabelle:

Tabelle über die Dimensionen der Lufträume nach ROSSIGNOL *46/47*.

1. Lungenalveolen	Maximum in 100stel mm	Minimum in 100stel mm	Die Mehrzahl oder die Mittleren in 100stel mm
Fötus von 5—6 Monaten	0,05	0,02	0,03
Reife Kinder, welche noch nicht geatmet haben und andere, welche während einiger Stunden atmeten: dieselben Dimensionen	0,07	0,03	0,05
Kinder von einem Jahr bis 18 Monaten	0,14	0,08	0,10
Kinder von 3— 4 Jahren	0,16	0,09	0,12
„ „ 5— 6 „	0,18	0,10	0,14
„ „ 10—15 „	0,20	0,13	0,17
Erwachsene 18—20 Jahre	0,25	0,18	0,20
Erwachsene 25—30 „	0,28	0,20	0,22—0,25
Männer reiferen Alters 35—40 Jahre	0,30	0,20	0,25
Männer reiferen Alters 50—60 „	0,35	0,25	0,30
Greise von 70—80 Jahren	0,40	0,25	0,33—0,35
Einige Säugetiere zeigen:			
Kalb	0,50	0,12—0,15	0,25
Pferd	0,20	0,10	0,12—14
Hund	0,20	0,04	0,10
Katze	0,25	0,08	0,15—0,17
Ratte	0,25	0,16	0,20
Ziege	0,15	0,06	0,12

2. Infundibula	Fundus	Mündung	Mittlere Grenze Fundus	Mittlere Grenze Mündung
Kinder von 3 Jahren	0,25—0,40	0,08—0,14	0,35	0,12
Männer „ 40 „	0,50—0,85	0,30—0,40	0,70	0,35
„ „ 72 „	0,60—1,50	0,35—0,70	0,85	0,45

	Fundus	Mündung
Hund	0,30—0,40 und 0,50	0,15—0,20
Katze	0,40—0,70	0,25—0,30

Beim erwachsenen Menschen haben die interalveolären Septen eine Dicke von 0,015 – 0,03 mm im Niveau ihres Grundes. Von da nehmen sie allmählich bis zum freien Rand an Dicke ab. Die Infundibula an der Pleuraoberfläche sind durch Scheidewände getrennt, welche in der Katzenlunge eine Dicke von 0,03—0,05 mm haben. Die Höhe der Alveolarwände im Grund der Infundibula wechselt gewöhnlich von 0,15 bis 0,20 und 0,25 mm. / (ROSSIGNOL *46/47*.)

Über die Größe der Lungenalveolen beim Menschen in verschiedenem Alter und bei verschiedenen Tieren gibt MILNE-EDWARDS *57*.

Bd. II, p. 338, Anm. 4 die Angaben ROSSIGNOLS und MANDLS in tabellarischer Form wieder.

/ Die Dimensionen der Alveolen bei verschiedenen Tieren zeigen manche Verschiedenheiten. In der Lunge des Känguruhs, besonders in den von der Oberfläche fern liegenden Teilen, sind die Alveolen sehr klein und sehr unregelmäßig angeordnet. In der Lunge von Ratte und Maus sind die Alveolen noch kleiner. Die Alveolen sind ebenso unregelmäßig angeordnet und die Pulmonarmembran fehlt, wie in der Lunge vom Känguruh. In der Lunge vom Hasen sind die Alveolen sehr klein, aber vielleicht nicht so sehr wie bei den vorausgehenden Species. Die Lunge vom Kaninchen gleicht derjenigen des Hasen, aber ihre Alveolen sind größer. Beim Hund sind die Alveolen größer, als beim Kaninchen, aber in den mehr zentral gelegenen Teilen der Lunge sind sie sehr klein. Beim Affen sind die Alveolen groß und gleichen denen der menschlichen Lunge. Bei Schaf und Ochse sind die Alveolen im ganzen ungefähr von derselben Größe und bei beiden sehr klein.

Die von MOLESCHOTT gegebenen Dimensionen der Alveolen sind viel geringer als die von RAINEY und KÖLLIKER. Die Zahlen von CARPENTER und KÖLLIKER entsprechen den von WEBER festgestellten. / (WILLIAMS *59*.)

/ DEICHLER findet, daß die Lungenbläschen des Menschen größer sind als die des Kalbes, Hammels, der Katze und des Kaninchens.

Die zarteren Wände zwischen den Balken mit feineren elastischen Fasern, wie sie von KÖLLIKER (Handb. der Gewebelehre, Leipzig 1859) und ECKER damals abgebildet worden waren, sind Flächenansichten eines Teiles der Bläschenwand, der Durchmesser der Dicke der Wand beträgt in diesen Abbildungen wenigstens das Fünf- bis Sechsfache der wirklichen Dicke (als solche wird von den meisten Autoren auf $^1/_{200}$—$^1/_{100}$ Linien geschätzt). / (DEICHLER *61 b*.)

/ Der Bau der Lunge stimmt bei den von ARNOLD untersuchten Säugetieren (Kalb, Hammel, Schwein, Hund) ziemlich mit dem Bau der menschlichen Lunge (siehe dort) überein. Bei Kalb, Schwein und Hammel sind die Alveolen ziemlich groß, doch immerhin kleiner als beim Menschen, dagegen sind die einzelnen Epithelialkörper absolut größer; beim Hunde sind die Alveolen sehr klein, die Wandungen sehr zart, die Epithelien relativ ziemlich groß. / (J. ARNOLD *63 b*.)

/ Die Alveolen selbst, welche auf dem Querschnitte eines Ganges oder Infundibulum zu 4—8 in radiärer Stellung angetroffen werden, sind beim neugeborenen Säugetier im allgemeinen halbkugelig geformt und werden erst später durch den gegenseitigen Druck mehr polyedrisch. Sie sind am flachsten im Anfangteil jedes Alveolenganges, am tiefsten und nur durch schmale Septen getrennt in den letzten Ausläufern, den Infundibulis und zwar vornehmlich am Grunde derselben. Bei Alveolen mittlerer Tiefe stimmen Tiefen- und Breitendurchmesser etwa überein. Die Alveolenbreite nimmt mit dem Alter des Individuums stetig zu, während die Tiefe im höheren Alter abnimmt. Beim Menschen beträgt der Alveolendurchmesser in den mittleren Jahren durchschnittlich 0,15 mm, gleich nach der Geburt ist er 0,10—0,08 mm, im Greisenalter (nach Messungen an einer 60jährigen Frau) die Breite 0,25—0,4, die Tiefe 0,1—0,2 mm. Ähnliche Dimensionen wie beim Menschen zeigen die Alveolen der größeren Haussäugetiere, dagegen nimmt der Durchmesser bei kleineren Tieren bedeutend ab. F. E. SCHULZE fand im Durchschnitt die Alveolenbreite beim Kaninchen 0,05, bei der Ratte 0,04, bei

der Maus und Fledermaus 0,03—0,02 mm. Etwas enger als die Alveolendurchmesser erscheinen überall die gewöhnlich vier- bis sechsseitigen, an den Ecken stark abgerundeten Alveolenmündungen, einmal wegen der radiären Anordnung der Luftzellen, dann aber auch wegen einer wenngleich geringen Verdickung der freien Ränder der Alveolensepta.

Das Lumen der Alveolargänge, soweit es durch die freien Ränder der Alveolensepta angedeutet ist, beträgt beim erwachsenen Menschen 0,4—0,2 mm, bei Säugetieren mittlerer Größe (Schwein, Hund, Katze) 0,2—0,15; bei der Ratte etwa 0,1; bei der Maus und Fledermaus (Plecotus auritus) 0,1—0,06 mm. Die Hauptstämme sind stets etwas weiter als die Teilungsäste. Auch nimmt die Weite mit dem steigenden Alter, wenigstens beim Menschen, zu. / (F. E. Schulze *71.*)

/ Die Lungenalveolen messen im Mittel beim Hunde 0,10 mm, bei der Ziege 0,12 mm, beim Pferde 0,13 mm, bei der Katze 0,16 mm. / (Graff *80.*)

/ Die Größe der Alveolen beträgt durchschnittlich beim Pferde 0,13 mm (beim frischgeborenen Fohlen 0,06 mm [Franck]), beim Rinde 0,17 bis 0,22 mm (0,25 mm [Franck]), beim Schafe 0,06—0,1 mm, beim Schweine 0,15—0,2 mm, beim Hunde 0,1 mm. / (Sussdorf in Ellenberger *84.*)

Anzahl der Alveolen: Über die Anzahl der Alveolen fand ich eine von Williams *59* überlieferte Angabe von Rochoux, nach der dieselbe nicht weniger als 6 Millionen in den Lungen (beim Menschen?) beträgt. Einer Angabe v. Ebners *99* zufolge schätzt Aeby die Gesamtzahl der Alveolen auf 404 Millionen beim Manne und auf 322 Millionen beim Weibe. W. S. Miller *93* berechnet die Gesamtzahl der Alveolen beim 7 kg schweren Hund auf 2560000.

Bau der Alveolen: Von den im folgenden erwähnten Bestandteilen werden das Epithel, die von einigen Autoren angenommene Alveolenmuskulatur, sowie jene ganze Alveolenkomplexe versorgenden Teile, wie Gefäße, Nerven etc. in eigenen Kapiteln unten besonders besprochen werden.

/ Die Alveolenwände bestehen 1. aus einer Schicht von Fasern, welche zwischen sich weite Räume oder Areolen lassen; 2. aus einer durchscheinenden Membran, welche keine Spur von Fasern zeigt, die vorausgehende Schicht bedeckt und die leeren Räume ausfüllt.

Die Fasern der Alveolarwände sind lang, elastisch und gekrümmt, sie zeigen meist die Charaktere elastischer Fasern. Sie umgeben den Fundus und den freien Rand der Alveolen, indem sie sich in verschiedenen Ebenen durchkreuzen.

Dort, wo die parietalen Alveolen erscheinen, wird das Epithel vom Flimmerepithel zum Pflasterepithel (pavimenteux). / (Rossignol *46/47.*)

/ Die Alveolen bestehen aus dreierlei Elementen: dem Epithel, dem Blutgefäßplexus und dem elastischen Gewebe. Das interlobuläre Bindegewebe wird hier nicht betrachtet. / (Williams *59.*)

/ Die Alveolenwand hat zur Grundlage eine helle, fast strukturlose, nur hier und da, besonders in den dicken Partien, deutlich faserige Bindegewebslage, in welcher sparsam und zerstreut länglichovale Bindegewebskerne vorkommen. Reichlich durchzogen ist diese helle Grundmasse von elastischen Fasern, welche durch ihre eigentümliche Anordnung dem Lungengewebe hauptsächlich sein so charakteristisches Aussehen unter dem Mikroskope geben. Am reichlichsten ist das elastische Gewebe in den Hauptgängen jedes Alveolengangsystems vertreten. Hier findet man aus starken, elastischen Fasern gebildete, nicht immer zu vollständigen Kreisen geschlossene Ringzüge, welche die freien, verdickten Ränder der starken

Scheidewände zwischen den seitlichen Alveolengruppen, ferner in besonders starker Entwicklung die Bifurkationssepten der ganzen Alveolengänge, sowie endlich die innen etwas verengten Eingänge der seitlichen und terminalen Infundibula umziehen und zum größten Teil selbst mit bilden. Aus diesen derben Zügen starker elastischer Fasern zweigen sich andere weniger breite ab, welche einerseits zur Stütze der Kanten, in denen mehrere Alveolen zusammentreffen, andererseits zur Umrahmung der abgerundet polygonalen Eingänge aller einzelnen Alveolen, mögen sie nun unmittelbar in die Gänge münden oder erst zu Infundibulis zusammentreten, dienen. Von diesen aus ziehen dann wieder isolierte, elastische Fasern feineren Kalibers, sich mehrfach Y-artig teilend und netzartig verbindend, in Bogen über die Alveolen hin. / (F. E. SCHULZE *71.*)

Alveolenporen. Im Laufe der letzten Jahrhunderte mußte die Lehre von der Kommunikation der Alveolen untereinander Schritt für Schritt weichen. Während einst ältere Forscher (siehe oben p. 621 ff.) glaubten, daß die Alveolen allgemein untereinander kommunizieren, war später noch davon die Rede, daß zwischen benachbarten Endstücken (Infundibula) solche Verbindungen bestehen sollten. Heute ist nur noch davon die Rede, ob die benachbarten Alveolen ein und desselben Endstücks untereinander kommunizieren können oder nicht, ob also Alveolensepten benachbarter Alveolen bisweilen Poren, die sogenannten Alveolenporen zeigen. Daß dies in erkrankten Lungen vorkommen kann, wird wohl niemand bestreiten wollen. daß sich aber Alveolenporen in der gesunden Lunge des Menschen und bei Säugetieren als Norm finden, ist unbewiesen und auch unwahrscheinlich, da das Vorhandensein derartiger Poren den ganzen Atmungsmechanismus nur ungünstig beeinflussen könnte und dem ganzen übrigen Verhalten des anatomischen Lungenaufbaues der Säugetiere direkt zuwiderlaufen würde.

/ Die Lungenbläschen sind als mit den feinsten Bronchialästchen zusammenhängende Erweiterungen zu betrachten. „Was also die Kommunikation betrifft, in welcher nach den genannten Forschern die Hohlräume miteinander stehen, sie existiert nicht.“ Die Bläschen kommunizieren nicht miteinander. / (MOLESCHOTT *48.*)

/ Bei den Vögeln kommunizieren die Infundibula untereinander, bei den Säugetieren und beim Menschen ist dies nicht der Fall, es kommen zwar Kommunikationen zwischen nebeneinanderliegenden Infundibulis vor, namentlich im späteren Alter, aber im allgemeinen kann man von einem kleinen Luftgefäße aus immer nur ein Lungenläppchen injizieren. / (BRÜCKE *81.*)

Mit ADRIANI hält dagegen HENLE (Systemat. Anat. p. 280, nach dessen Referat in HENLES Bericht über die Fortschritte der Anatomie im Jahre 1861, p. 121), die Kommunikation der Alveolen eines und desselben Lungeninfundibulum oder mit anderen Worten die Reduktion der Scheidewände auf Bälkchen für eine an sonst gesunden Lungen Erwachsener häufige Erscheinung, die, wenn sie nicht ursprünglich und typisch ist, doch ihrer Regelmäßigkeit wegen für gewisse Altersstufen normal genannt werden muß.

/ Auch HENLE *73* (Bd. II, p. 291) beschreibt Kommunikationen zwischen benachbarten Zellen, aber er betrachtet sie nunmehr als Anomalien. (Vergl. übrigens den Wortlaut der Angaben HENLES unten bei Mensch, Lunge, Alveolenporen.) Neuerdings ließ DELAFIELD (Studies in Pathological Anatomy, New York, 1882, Vol. 1. p. 102), die alte Lehre von der Kommunikation wieder aufleben und wurde darin von ROOSEVELT

(Med. Record, New York, Vol. 37, No. 8. — New York Medical Journal March 7, 1891) unterstützt.

MILLERS Untersuchungen führten zum Resultat, daß die Alveolen nicht kommunizieren./ (W. S. MILLER *92*.)

/Kommunikationen zwischen Alveolen benachbarter Läppchen finden sich nicht. Es findet sich keine sekundäre Kommunikation zwischen benachbarten Luftwegen, ausgenommen den Vogel./ (W. S. MILLER *93*.)

/Die Alveolen der Lunge kommunizieren mit dem Infundibularraum, aber nicht untereinander./ (PIERSOL *95*.)

/H. N. KOHN (Münch. med. Wochenschr., 1893, No. 2) beschrieb 1893, daß bei der fibrinösen Pneumonie die Fibrinfäden von einem Alveolus in den anderen durch die Septa hindurchtreten. Er läßt es dahingestellt, ob diese Kanäle normal vorgebildete Stomata sind, oder durch einen pathologischen Prozeß gebildet werden, neigt aber zu der letzteren Ansicht. HAUSER (Zieglers Beiträge, Bd. 15, S. 527; Münch. med. Wochenschr. 1893, No. 8) tritt dafür ein, daß die Stomata normale Gebilde seien. RIBBERT (Fortschr. d. Med. 1894, No. 10) glaubt, daß die Porenkanäle dadurch zustande kommen, daß bei der Entzündung die Alveolarepithelien abfallen und dadurch die Möglichkeit einer Perforation der Wandungen gegeben sei. In demselben Sinne äußerte er sich auf der Naturforscherversammlung zu Nürnberg 1893, sowie in den Arbeiten seiner Schüler HERBIG und BEZZOLA (Virch. Arch. Bd. 136, S. 311 und 345). In der Berl. med. Ges. (30. Jan. 1895) (Berl. klin. Wochenschr. 1895, No. 6) sagte Virchow: daß es schwer zu beweisen sein dürfte, daß Kommunikationen zwischen den Alveolen vorher nicht da waren, sondern daß sie erst im Laufe der Entzündung entstehen.

Um zu entscheiden, ob die Porenkanäle normal vorkommen, injizierte HANSEMANN von der Trachea aus die luftleer gemachte (durch Kohlensäure) Lunge von Ratte, Meerschweinchen, Kaninchen mit einer Lösung wasserlöslichen Berlinerblaues und Zusatz von Gelatine unter möglichst geringem Drucke. An frisch untersuchten Präparaten sind Verbindungen zwischen den Alveolen nicht sichtbar, dieselben treten auf, wenn man zu solchen Präparaten absoluten Alkohol zusetzt und können durch die van Giesonsche Färbung besonders deutlich gemacht werden.

HANSEMANN hält durch seine Untersuchungen für nachgewiesen, daß in den Lungen der von ihm untersuchten Tiere Verbindungen zwischen den Alveolen normalerweise bestehen, und wenn man diese Tatsache mit den Befunden menschlicher Pneumonie vergleicht, so muß man nach HANSEMANN zu der Überzeugung kommen, daß auch beim Menschen die Stomata normale Gebilde sind, die nicht erst durch den pathologischen Prozeß zustande kommen.

Die Abbildung HANSEMANNS gebe ich nicht wieder (da es nicht nachgewiesen ist, ob es sich in diesen Bildern nicht um Artefakte handelt), verweise jedoch auf dieselbe./ (HANSEMANN *95*.)

/v. EBNER *99* erklärte die Methode HANSEMANNS für nicht einwandfrei und denkt daran, daß derselbe in seinen Injektionspräparaten an der Wand anhaftende Leimfäden mit durch die Wand hindurchziehenden verwechselt hat./ (HANSEMANN *00 b*.)

/AIGNER erklärt, daß zwar die von HANSEMANN geschilderten Bilder zutreffend, daß sie aber so zu deuten seien, daß die Gelatinefäden nicht durch die Alveolenwandungen hindurchgingen, sondern über die Ränder der Alveolensepten hinweggehen. Kunstprodukte sieht AIGNER in den Hansemannschen Fäden auch deshalb, weil dieselben zahlreich auf-

treten, wenn die mit Leim injizierte Lunge direkt in absolutem Alkohol gehärtet wurde, dagegen fehlten, wenn die Härtung mit allmählich aufsteigendem Alkohol (und wasserarmer Leimmasse) vorgenommen wurde. / (AIGNER *99*.)

/ HANSEMANN widerspricht diesen Darstellungen und hält v. EBNER gegenüber aufrecht, daß es sich um ein wirkliches Hindurchtreten handle und AIGNER gegenüber, daß die Leimfäden tatsächlich durch die Wandungen gehen, und zwar durch deutlich sichtbare Kanäle, wie sie auch schon KOHN und HAUSER geschildert haben bei der fibrinösen Pneumonie und der Karnifikation der Lunge. HANSEMANN findet dieselben im normalen Zustande (auch an nicht injizierten Präparaten) bei Ratte, Meerschweinchen, Kaninchen, Mensch, Orang-Utan, Schimpanse, Mantelpavian, Hund und Maus. / (HANSEMANN *00 b*.)

/ Gegen v. EBNER *99* wendet HANSEMANN noch ein, daß, als HANSEMANN an seine Arbeit heranging, durch die Arbeiten von KOHN, HAUSER, RIBBERT und seinen Schülern schon kein Zweifel mehr bestand, daß die Poren wirklich vorhanden sind. Fraglich war nur, ob sie normal vorgebildet sind, oder durch pathologische Prozesse entstehen. Ersteres glaubt HANSEMANN (Injektion und zweitens Betrachtung dicker Schnitte, bei denen man die Poren von der Fläche sieht). Die Injektionsfäden ziehen durch die Poren hindurch von einem Alveolus zum anderen. HANSEMANN demonstriert Präparate von Kaninchen, Mensch und Mantelpavian. / (HANSEMANN *00 a*.)

/ K. W. ZIMMERMANN kann das Vorkommen der von HANSEMANN in den Alveolenwänden beschriebenen Öffnungen für die Katze auf das bestimmteste bestätigen. / (K. W. ZIMMERMANN *00*.)

/ Die von HANSEMANN beschriebenen Alveolenporen kann W. S. MILLER um so weniger als normale Bildungen anerkennen, als sich gegen seine Präparationsmethode schwerwiegende Einwürfe machen lassen; W. S. MILLER verspricht in einer späteren Arbeit ausführlicher auf diesen Punkt einzugehen. / (W. S. MILLER *00 a*.)

LAGUESSE *01* hält das Vorhandensein der Alveolenporen beim gesunden erwachsenen Menschen für nicht erwiesen.

Auch MILLER *02* kommt zum Resultat, daß die Alveolenporen nicht als normale Strukturen betrachtet werden dürfen.

/ Hinsichtlich der Alveolenporen steht MERKEL nicht an (p. 110), sich HANSEMANN, NICOLAS, ZIMMERMANN u. a. anzuschließen, welche die Existenz der Löcher in der Alveolenwand für sichergestellt halten. / (MERKEL *02*.)

/ Bei den sämtlichen von mir untersuchten niederen Säugetieren vermochte ich an den Alveolen weder glatte Muskelfasern (im Sinne MOLESCHOTTS) noch Alveolenporen (im Sinne HANSEMANNS) nachzuweisen. Ich möchte auf das Fehlen dieser beiden Bildungen bei den niedersten Säugetieren um so mehr Wert legen, da daraus hervorgeht, daß dieselben, wenn sie sich etwa bei höheren Säugetieren oder dem Menschen in gesunden Lungen nachweisen ließen (dieser Nachweis ist nach meiner Ansicht bis heute jedoch noch nicht mit Sicherheit erbracht) durchaus nicht etwas allen Säugetieren Gemeinsames oder gar Altererbtes darstellen würden. / (OPPEL *05*.)

Weitere Angaben über die Alveolenporen siehe unten im Kapitel Lunge des Menschen, Alveolenporen.

Membrana respiratoria: Von einigen Autoren wird angenommen, daß zwischen den Blutkapillaren und dem Lungenepithel sich noch eine

feine Membran finde, welches man passend Membrana respiratoria nennen würde.

/ CADIAT findet in der Alveolenwand nur eine epitheliale Lage und eine Gefäßlage, welche die elastischen Fasern einschließt. Dagegen findet sich eine hyaline Schicht, welche man allgemein neben der Epithelschicht beschreibt, nicht. Wenn man die hyaline Schicht sieht, sieht man die Epithelzellen nicht und umgekehrt. / (CADIAT *77a.*)

/ Es wird gewöhnlich angenommen, daß die Wand der atmenden Alveolen aus drei Schichten besteht:

1. einer äußeren mit vielen elastischen Fasern, welche die Gefäße enthält;
2. einer homogenen, hyalinen Schicht elastischer Natur;
3. einer epithelialen Schicht.

Nach CADIAT ist die zweite Schicht epithelialen Ursprungs und die Kerne derselben sind Reste der Epithelzellen, welche sie gebildet haben. Die Alveolenwand besteht also in Wirklichkeit nur aus zwei Schichten, der Epithelschicht und der Gefäßschicht. / (CADIAT *77b.*)

/ Die Membrana propria der respirierenden Hohlräume faßt SUSSDORF als elastische Haut auf, welche nicht ganz kontinuierlich zu sein braucht. / (SUSSDORF in ELLENBERGER *84.*)

/ Häufig ist das Blut von der Luft nur durch die Gefäßwand und die dünne Platte der Lungenepithelzelle (1—2 μ im ganzen) getrennt. Diese Kapillaren bestehen aber aus einer sehr dünnen Tunica und einem Endothel. / (LAUNOIS et MORAU *92.*)

/ Die Kapillaren sind vom Alveolenlumen durch das Epithel und eine sehr dünne bindegewebige Haut getrennt. / (RAWITZ *94.*)

/ In den wahren Drüsen sind die Blutkapillaren vom sezernierenden Epithel durch eine amorphe Membran getrennt, in den Lungenbläschen existiert diese Membran nicht. / (SAPPEY *94.*)

Epithel der Alveolen.

Von dem die Alveolen überkleidenden Epithel, dem sogenannten „Lungenepithel" der Säugetiere und dessen Entdeckung war bereits oben p. 168 ff. bei Schilderung des Lungenepithels der Wirbeltiere die Rede. Dem sollen im folgenden eine Anzahl, speziell an der Säugerlunge gemachte Beobachtungen angeschlossen werden, welche oben noch nicht erwähnt wurden. Endlich verweise ich auf die unten bei Besprechung der einzelnen Säugetiere und des Menschen eingereihten speziellen Angaben und Abbildungen.

/ ELENZ untersuchte (Argentum nitricum) die Lunge von Karnivoren (Katze, Hund), Herbivoren (Schaf, Kaninchen, Kalb) und Omnivoren (Schwein) und fand überall das Lungenepithel: nur beim Menschen konnte er dasselbe noch nicht darstellen.

Er fand bei diesen Säugetieren (siehe Fig. 313) in den Kapillarmaschen Gruppen kleiner, kernhaltiger, rundlich polygonaler Zellen, zwischen diesen über die Kapillaren weglaufend und die Zelleninseln verbindend, dunkle Konturen, die aber nicht etwa (wie bei den Reptilien) wieder größere Zellen, sondern ganz unregelmäßige große Platten begrenzen. Die Zahl der kleinen Zellen, die eine Insel zusammensetzen, ist sehr wechselnd und beträgt etwa 1—14. ELENZ nimmt an, daß es sich bei der Entstehung der großen Platten (welche er bei der Katze durch die verschiedenen Entwicklungsstufen verfolgte) um eine teilweise

Verschmelzung und nicht um ein exzessives Wachstum der größeren Zellen handelt. / (ELENZ *64*.)

/ Während man in den Alveolen älterer Föten noch eine gleichmäßige Auskleidung von Lungenepithelzellen sieht, „findet man bei allen

Fig. 313.

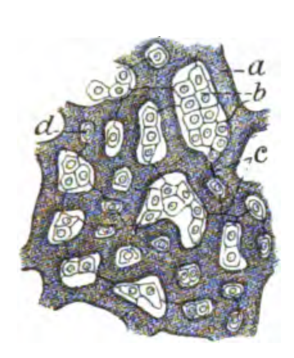


Fig. 314.

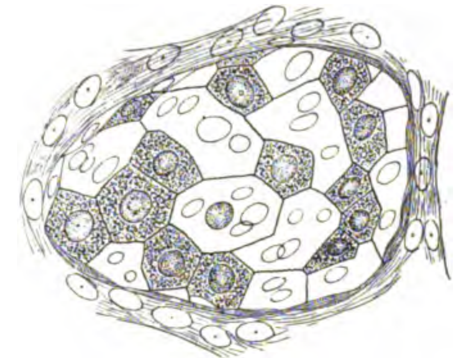



Fig. 313. **Lungenepithel der erwachsenen Katze,** aus einer peripherischen Alveole. *a* Kapillaren, *b* Inseln kleiner kernhaltiger Zellen, *c* die über die Kapillaren weglaufenden Konturen der größeren membranartigen Platten, *d* Zelle, die nur durch eine Kontur mit einer der umliegenden Inseln verbunden ist. Vergröß. ca. 350fach, reduziert auf $^4/_5$. (Nach ELENZ *64*.)

Fig. 314. **Lunge vom Kind,** welches, im achten Monat geboren, zwei Tage gelebt hatte. Die Lunge wurde mit Argentum nitricum-Lösung gefüllt. Alveolengrund aus einem parallel mit der Pleura geführten Schnitt. Vergr. 500fach, reduziert auf $^3/_4$. (Nach F. E. SCHULZE *71*.)

Individuen, welche kurze Zeit geatmet haben, schon einige Epithelzellen bedeutend vergrößert und heller geworden, indem der kernige Inhalt geschwunden und der früher scharf konturierte Kern verblaßt ist" (siehe Fig. 314).

In den Alveolen älterer Tiere (Katze, siehe Fig. 315, Hund, Kaninchen, Kalb) erscheinen die mit körnigem Inhalte und hellem, rundem

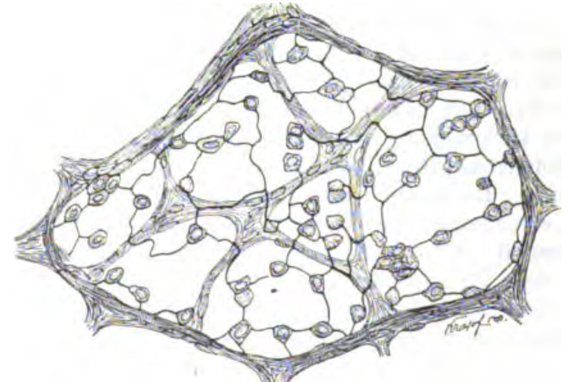


Fig. 315. **Lunge von der Katze,** mit Argentum nitricum-Lösung gefüllt. Grund eines peripherischen, dicht unter der Pleura gelegenen Infundibulums. Vergröß. 200fach, reduz. auf $^4/_5$. (Nach F. E. SCHULZE *71*.)

Kerne versehenen polygonalen oder unregelmäßig rundlichen Epithelzellen nur noch ganz vereinzelt oder in kleinen Gruppen von 2—4 (selten darüber) zwischen großen, hellen, unregelmäßig eckig oder leicht wellig begrenzten, dünnen, strukturlosen Platten, welche durch weitere Ausbildung der für ganz junge Tiere beschriebenen Veränderungen aus den Epithelzellen der ursprünglichen Bildung, und zwar wahrscheinlich durch den Druck der sich erhebenden Kapillaren und die Spannung der sich aus-

dehnenden Alveolen (vielleicht auch, wie ELENZ will, teilweise durch Verschmelzung benachbarter Epithelzellen) entstanden sind.

Alle in das Lumen der Gänge frei vorragenden Ränder des Grundgerüstes, die freien Ränder der Alveolensepta, der derberen Scheidewände benachbarter Alveolengruppen, der Eingangsräume der Infundibula, sowie die Ränder an den Bifurkationsstellen der ganzen Gänge sind nur von den hellen, dünnen Platten überzogen; die körnigen Epithelzellen pflegen nie auf den Kapillaren, sondern stets in den Maschen des Kapillarnetzes der Alveolenwand direkt aufzuliegen, ohne daß indessen auf jede Masche eine Epithelzelle käme, wozu ihre Zahl bei weitem nicht ausreicht. (F. E. SCHULZE *71.*)

/ In den frühesten Entwicklungsstadien der embryonalen Lunge existiert zwischen dem Epithel der Bronchien und dem der provisorischen (primitiven) Lungenbläschen kein wesentlicher Unterschied.

In den späteren Entwicklungsstadien der embryonalen Lunge besteht zwischen dem Epithel der Bronchien einerseits und dem Epithel der (bleibenden) Alveoli und Alveolengänge andererseits ein beträchtlicher Unterschied: das Epithel der Bronchien ist ein zylindrisches, das der Alveolengänge ein plattenförmiges.

Das Epithel der Alveolengänge und der Alveoli stammt vom Epithel der provisorischen Lungenbläschen, also vom Darmdrüsenblatt.

Die Alveolengänge sind mit einem äußerst zarten Plattenepithel ausgekleidet; an günstig getroffenen Schnitten ist es möglich, den Übergang des Epithels der Bronchien in das Epithel der Alveolen zu erkennen. / (STIEDA *78.*)

/ Abgesehen von Größe und Aussehen sind die beiden Epithelzellarten, welche die Alveolen bilden, identisch; beide stammen vom Hypoblast. / (KLEIN and SMITH *80.*)

/ KÖLLIKER *80a* spricht aus und beweist, daß das Epithel der Lungenalveolen (Mensch und Säuger) trotz seiner Endothelähnlichkeit, seiner Entwicklung aus dem Endoderm halber, als ein echtes Epithel anzusehen ist. / (KÖLLIKER *80a.*)

Die Arbeiten KÖLLIKERS, deren Reihenfolge folgende ist: 1. KÖLLIKER *80a* (17. Januar 1880; erschienen 1881), 2. KÖLLIKER *80b* (21. Februar 1880; erschienen 1881), 3. KÖLLIKER *81*, beziehen sich in erster Linie auf den Menschen, und es wird von den Ergebnissen unten, bei Besprechung des Epithels der Lunge des Menschen und an anderen Stellen die Rede sein.

/ Im Lungenepithel wird die ganze Zelle so verändert, daß sie den Wert einer Zelle verliert, indem die Zellen zu kernlosen hellen Platten werden. Das respiratorische Epithel (KÖLLIKER) der Lunge ist ein einfaches Pflasterepithel, in welchem kleine protoplasmatische kernhaltige Zellen eingestreut zwischen großen hellen kernlosen Platten liegen, welche häufig noch durch kürzere oder längere von der Grenze hereinziehende Linien leicht zerteilt erscheinen. Den Übergang zwischen diesen beiden Elementen bilden kleine helle kernlose Platten. Man nimmt an (ELENZ, F. E. SCHULZE, KÖLLIKER), daß die kernhaltigen Zellen sich zunächst in die kleinen kernlosen Plättchen umwandeln und daß diese dann zu größeren Platten verschmelzen. / (SCHIEFFERDECKER in BEHRENS, KOSSEL und SCHIEFFERDECKER *91.*)

Muskulatur der Alveolen.

/ MOLESCHOTT stellte 1845 die Lehre auf, daß nicht nur die Bronchiolen, sondern auch die Vesiculae der Lunge (also unsere Alveolen) Muskelfasern enthalten. / (MOLESCHOTT *45*.)

/ ROSSIGNOL, ADRIANI, RADCLYFFE HALL, CRAMER, KÖLLIKER, DONDERS, WATERS, EBERTH, SCHWARZ (Über eine Methode doppelter Färbung. Wien. Sitzungsber., 1867, Bd. LV) und F. E. SCHULZE haben sich gegen MOLESCHOTT ausgesprochen. / (HENLE *73*.)

/ In den Alveolenwandungen findet sich nichts den von vielen Anatomen angenommenen glatten Muskelfasern Analoges. / (ROSSIGNOL *46/47*.)

/ In der Wand der Bläschen (Säugetiere und Mensch) hat MOLESCHOTT bereits in seiner Dissertation Muskelfasern beschrieben und elastische Fasern geleugnet. Jetzt gibt er zu, daß die große Mehrzahl der Fasern in den Wandungen der Malpighischen Bläschen entschieden dem elastischen Gewebe angehören. Doch fehlen die Muskelfasern keineswegs. / (MOLESCHOTT *48*.)

/ Die von MOLESCHOTT in der Wandung der Lungenbläschen beschriebenen organischen Muskelfasern hat KÖSTLIN nirgends wiedergefunden. / (O. KÖSTLIN *48*.)

Die Untersuchungen MOLESCHOTTS veranlassen MILNE-EDWARDS *57* Bd. II, p. 332, Anm. 2 zu glauben, daß die Muskelfasern im Endteil des Luftsystems nicht vollständig fehlen.

/ Die Säuger scheinen so wenig wie der Mensch in der Lunge mit kontraktilen Elementen versehen zu sein, doch dürfte die Lunge der Wale einer näheren Prüfung zu unterwerfen sein. / (LEYDIG *57*, p. 375.)

/ Die Alveolen der Säugetierlunge enthalten keine glatten Muskelfasern. Die langen Kerne, welche in den Wänden der Alveolen vorkommen und von zahlreichen Autoren beschrieben wurden, liegen in der Substanz der Tunica der Kapillargefäße; sie sind weder so breit noch so lang wie die Kerne glatter Muskeln. / (WILLIAMS *59*.)

/ Durch die Angaben von SCHRÖDER VAN DER KOLK *45/46* (p. 428) und von MOLESCHOTT weiß man, daß die Wand der Lungenbläschen vorzugsweise aus elastischen Fasern besteht. Allein schon in seiner Dissertation hatte MOLESCHOTT von der Anwesenheit von Muskelfasern in der Wand der Lungenbläschen gesprochen und wenig später genaue Angaben darüber gemacht, indem er namentlich die glatten Muskelfasern den elastischen Elementen unterordnete. Nunmehr nach 13 Jahren weiß MOLESCHOTT darüber nichts zu berichtigen, als daß er diese Unterordnung der muskulösen Elemente unter die elastischen nachdrücklicher hätte betonen sollen.

KÖLLIKER bestätigte (Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Bd. I, p. 21) MOLESCHOTT, widerrief jedoch die Bestätigung zuerst in dem ersten Bande der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, zuletzt in seinem Handbuch der Gewebelehre (3. Aufl., p. 479), nachdem zuvor ROSSIGNOL *46/47* und ADRIANI *47* (p. 63) die Anwesenheit von Muskelfasern in der Wand der Lungenbläschen geleugnet hatten. Alle, welche sich später mit der Untersuchung der Lungen selbst befaßt haben (so DONDERS, REICHERT), stellten für die Wand der Lungenbläschen die Anwesenheit glatter Muskelfasern in Abrede. Nur GERLACH *49* (p. 248, 249) hat sich für ihre Existenz ausgesprochen und zwar für die Lungenbläschen des Schafes und eines zweijährigen Kindes.

MOLESCHOTT untersuchte neuerdings besonders Schwein, Ochse und den erwachsenen Menschen und empfiehlt besonders das Schwein, auch den Ochsen vor denen des Kalbes zur Nachprüfung. MOLESCHOTT untersuchte Zupfpräparate (Essigsäure) und Schnitte von Trockenpräparaten, endlich nach Isolation mit Kalilauge zu speziellen Zwecken (Messungen). / (MOLESCHOTT *60.*)

/ EBERTH widerspricht MOLESCHOTT auf Grund seiner Beobachtungen. Er glaubt, daß MOLESCHOTT andere Dinge für Muskelzellen gehalten hat oder, wenn ihm wirklich Muskelfasern vorgelegen haben, daß dieselben kleinen Bronchien angehörten, deren Querschnitt er für Alveolen hielt, eine Vermutung, welche auch HENLE ausgesprochen hat.

Vergleicht man die Lunge der Amphibien mit jener der Säuger und Vögel in Rücksicht auf die Verbreitung der Muskeln, so ergibt sich, daß in den beiden ersten Klassen sämtliche Muskulatur den Bronchialröhren angehört, in den letzten dagegen gleichzeitig neben einer Fortsetzung der bronchialen Muskulatur in der Gestalt verzweigter Balken auch eine eigentliche Muskulatur der Alveolarwand auftritt. Bei dem Triton endlich liegen der ganzen Kapillarschicht nach außen Muskeln auf. (Die speziellen Angaben EBERTHS vergl. im Kapitel Vögel und Amphibien.) / (EBERTH *63.*)

/ Auch LUSCHKA (Anat., Bd. I, 2. Abt., p. 311), HENLE (Anat., Bd. II, 1. Lief., p. 282) haben sich mit EBERTH gegen die Existenz organischer Muskelfasern an den Alveolen des Menschen und der Säugetiere ausgesprochen. COLBERG ist auch hierin zu positiven Resultaten gekommen.

COLBERG kommt zum Resultat: In dem alveolären, besonders der Respiration dienenden Teil der Lunge finden sich dieselben histologischen Elemente wie in den Bronchien. Die aus Alveolen zusammengesetzten Infundibula stellen die ausgedehnten Enden der feinsten Bronchien dar und enthalten wie diese: Bindegewebe, elastische Fasern, organische Muskelfasern, Kapillaren und Epithel. Im Vergleich zu den feinsten Bronchien treten in den Alveolen einige dieser Elemente mehr zurück, so bildet das Epithel nur einen sehr feinen, hinfälligen Überzug und die Muskelfasern treten nur vereinzelt auf, dagegen nimmt der Reichtum an Kapillaren bedeutend zu. Mit zunehmendem Alter werden in den Alveolen der menschlichen Lunge die elastischen Fasern stärker, dagegen nehmen die organischen Muskelfasern ab. / (COLBERG *66*, vergl. auch *63.*)

/ HIRSCHMANN tritt für das Vorhandensein der Muskelfasern in den Endbläschen von neuem ein, und CHRZONSZCZEWSKY erklärt in einem Zusatz zur Arbeit HIRSCHMANNS, daß er sich von der Richtigkeit dieser Angaben an den Präparaten HIRSCHMANNS überzeugt habe. / (HIRSCHMANN *66.*)

Ob alles, was in der Abbildung dieser Autoren als Muskelkerne gezeichnet ist, wirklich solche darstellt, scheint mir sehr zweifelhaft.

/ Die ältere Literatur über die Annahme MOLESCHOTTS und seiner Gegner stellt auch PISO-BORME eingehend dar.

PISO-BORME erklärt, daß er nicht bloß bei Menschen und Säugetieren, sondern auch bei Vögeln, Reptilien und Amphibien (spezielle Angabe über letztere siehe oben in den betreffenden Kapiteln) mit der größten Bestimmtheit glatte Muskelfasern in der Wand der Lungenbläschen beobachtet habe (Schwein, Ochse, Pferd, Mensch, dann Hund, Katze, Kaninchen, Igel, Maus, Meerschweinchen, Schaf, Affe). PISO-BORME verwendet die Technik MOLESCHOTTS, behandelte außerdem

frische Lungenschnitte mit MOLESCHOTTS mittlerer Essigsäuremischung./ (PISO-BORME *67.*)

/ Die von MOLESCHOTT, PISO-BORME, HIRSCHMANN und CHRZONSZCZEWSKY beschriebenen glatten Muskelfasern in der Wand der Lungenbläschen der Säugetiere, findet KÖLLIKER mit EBERTH nicht./ (KÖLLIKER *67.*)

/ AFANASSIEFF (Virch. Arch., Bd. XLIV, p. 56, 1868) behauptet die Anwesenheit einer Alveolenmuskulatur./ (HENLE *73.*)

/ F. E. SCHULZE vermißt die Alveolenmuskulatur mit der Mehrzahl der anatomischen Schriftsteller. Er sagt: „Die in das Lumen der Alveolengänge am meisten vorspringenden Scheidewände lassen besonders in den Anfangsteilen der Hauptalveolengänge, wo ihre freien Randpartien noch als direkte Fortsetzung der Bronchienwandungen angesehen werden können, in diesen Rändern hie und da zwischen den mehr oberflächlich gelegenen Lagen elastischer Fasern zarte Züge glatter Muskulatur erkennen, welche oft nur aus isolierten Fasern bestehen, und in ein zartfaseriges Bindegewebe eingebettet sind. Die membranösen Alveolenwandungen selbst entbehren der Muskulatur völlig; und auch in den derberen Rändern der einzelnen Alveolensepta vermag ich durchaus keine glatten Muskelfasern zu entdecken“./ (F. E. SCHULZE *71.*)

/ Glatte Muskelfasern sah STIEDA in den Alveolen nicht. Längliche Kerne der Alveolen der Schaflunge hält STIEDA für bindegewebig, da er bei anderen Säugern keine derartigen fand./ (STIEDA *78.*)

/ MOLESCHOTT hat auch zwischen den Alveolen noch Muskelfasern nachgewiesen. Diese Angabe bestätigt BRÜCKE; doch hat nicht jede einzelne Alveole etwa ihren eigenen Mantel von Muskelfasern, wie jeder einzelne Bronchus seine Ringfaserhaut von Muskelfasern hat. Die Muskelfasern sind eingestreut in das Bindegewebe, welches die einzelnen Infundibula voneinander trennt und sich zwischen die einzelnen Alveolen einsenkt./ (BRÜCKE *81.*)

/ F. E. SCHULZE, FREY, HENLE, KÖLLIKER, TOLDT u. a., welche gegen die Alveolenmuskulatur eingetreten sind, schließt sich SUSSDORF für unsere Haussäugetiere mit der Einschränkung an, daß glatte Muskelelemente zwar nicht in der Membran selbst, wohl aber ganz dicht auf deren äußerer Oberfläche, besonders in jenen elastischen Fasernetzen gefunden werden, welche sich der Alveolarwand anlegen. RINDFLEISCH lehrt sphinkterenartige Ringe an der Mündung der Alveolen, welche diese umkreisen und in Form schleifenförmiger Faserzüge auf das Infundibulum ausstrahlen sollen; für das Rind hat SUSSDORF schon früher (Zeitschrift f. Tiermed. u. vergl. Pathol. 1879, Bd. V, p. 363) sich von einer ähnlichen Einrichtung überzeugen zu können geglaubt./. (SUSSDORF in ELLENBERGER *84.*)

/ Das die Lungenbläschen umgebende Bindegewebe — das Septum — führt glatte Muskelelemente (MOLESCHOTT), welche (nach RINDFLEISCH) an den Übergängen der Bronchioli in die Infundibula sogar vollkommene Sphinkteren bilden./ (V. THANHOFFER *85.*)

/ Außer den die Bronchiolen umgebenden findet RAWITZ auch in den Septen zwischen den Alveolen glatte Muskelfasern./ (RAWITZ *94.*)

/ Die Existenz der glatten Muskelfasern in den Alveolenwänden hält KOEPKE durch die Untersuchungen von PISO-BORME, RINDFLEISCH, ORTH, BUHL, EBERTH, KÖLLIKER und STIRLING für nachgewiesen. Einige von ihnen (RINDFLEISCG, KÖLLIKER) haben gerade um den Eingang der Alveolen herum einen sphinkterartigen Ring von glatten Muskelfasern

nachgewiesen. Auch in den Alveolenseptis beschreiben PISO-BORME und SANDMANN Muskulatur. SCHIFF berichtet von Kontraktion der Lungenbläschen nach Vagusreizung, die also nur auf Wirkung der glatten Muskelfasern in denselben zu setzen wäre. Diese Behauptung wird allerdings von anderen Autoren wie GERLACH und BEER bestritten. / (KOEPKE *99.*)

Weitere spezielle Angaben im allgemeinen negativer Art über die Alveolenmuskulatur siehe unten im Kapitel Mensch.

Stützgewebe der Lunge.

Hierher gehören viele der oben p. 644 ff. bei Besprechung des Baues der Alveolen gegebenen Darstellungen, ferner zahlreiche Bemerkungen, welche sich unten bei Besprechung des Lungenläppchens, sowie namentlich der Lunge der einzelnen Säugetiere eingeflochten finden.

/ SCHULTZ beschreibt die reichlich in der Schleimhaut der Luftwege vorhandenen elastischen Fasern, an den Alveolen verlaufen dieselben um das Alveolenlumen herum und von einer Alveole zur anderen, so dieselben untereinander verwebend. / (E. SCHULTZ *50.*)

Fig. 316.

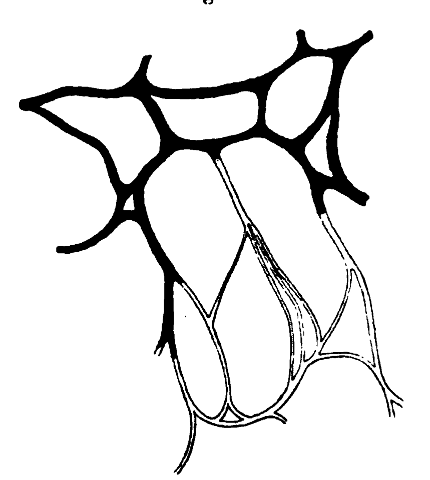


Fig. 317.



Fig. 316. **Elastische Fasern aus der menschlichen Lunge** am Rande einer Tuberkelhöhle. Gefrierschnitt, in Wasser ausgeschüttelt, zwei Tage in gesättigter Sodalösung, in KOH gekocht. Magenta. Die Faserabschnitte, welche in die Höhle hineinragen, bestehen nur aus Membranen. Vergrößerung 500fach, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach MALL *96.*)

Fig. 317. **Dasselbe Präparat wie Fig. 316.** Von der Grenze des gesunden Gewebes. Vergrößerung 500fach, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach MALL *96.*)

/ Das in den Alveolen der Lunge allgemein angenommene elastische Gewebe ist besonders deutlich in der Cetaceenlunge. / (WILLIAMS *59.*)

/ Nach der Menge des elastischen Gewebes der Lungensubstanz ergibt sich folgende absteigende Reihe: Manatus. — Rind. — Pferd, Mensch, Feldhase. — Fuchs. — Schwein. / (EBERTH *63.*)

/ Die Lunge besitzt, wie andere Drüsen, ein Bindegewebsgerüst, in welches das Parenchym eingebettet ist. Dieses Gerüst besteht aus einer Kapsel, der Pleura pulmonalis, und in Verbindung mit dieser stehen die Septa, welche das Parenchym in Lobi und diese wieder in Lobuli teilen. / (KLEIN and SMITH *80.*)

/ Das bindegewebige Gerüstwerk der Lunge ist beim Rinde sehr reichlich, weite Spalträume einschließend, beim Hunde dagegen sehr spärlich vertreten. / (SUSSDORF in ELLENBERGER *84.*)

/ MALL beschreibt das Stützgewebe in der Lunge (nach den Abbildungen zu schließen, wohl bei Hund und Mensch). Die Wände der Luftbläschen bestehen aus Retikulum und elastischem Gewebe (siehe Fig. 316 und 317), während die Bronchiolen aus weißen Fasern gebaut

sind. Wird ein Gefrierschnitt der Lungen mit Pankreatin verdaut, so dehnt er sich aus infolge des Wegfalls der elastischen Fasern. Trotzdem hält der Schnitt noch fest zusammen und man findet ihn unter dem Mikroskop, bestehend aus feinsten Fibrillen, wie sie Fig. 318 zeigt. Es sind nicht weiße Fasern, denn sie verbinden sich fortwährend untereinander, sind viel widerstandsfähiger gegen kochende verdünnte Säure und die ganze Lunge gibt nach sorgfältiger Entfernung der Bronchien und

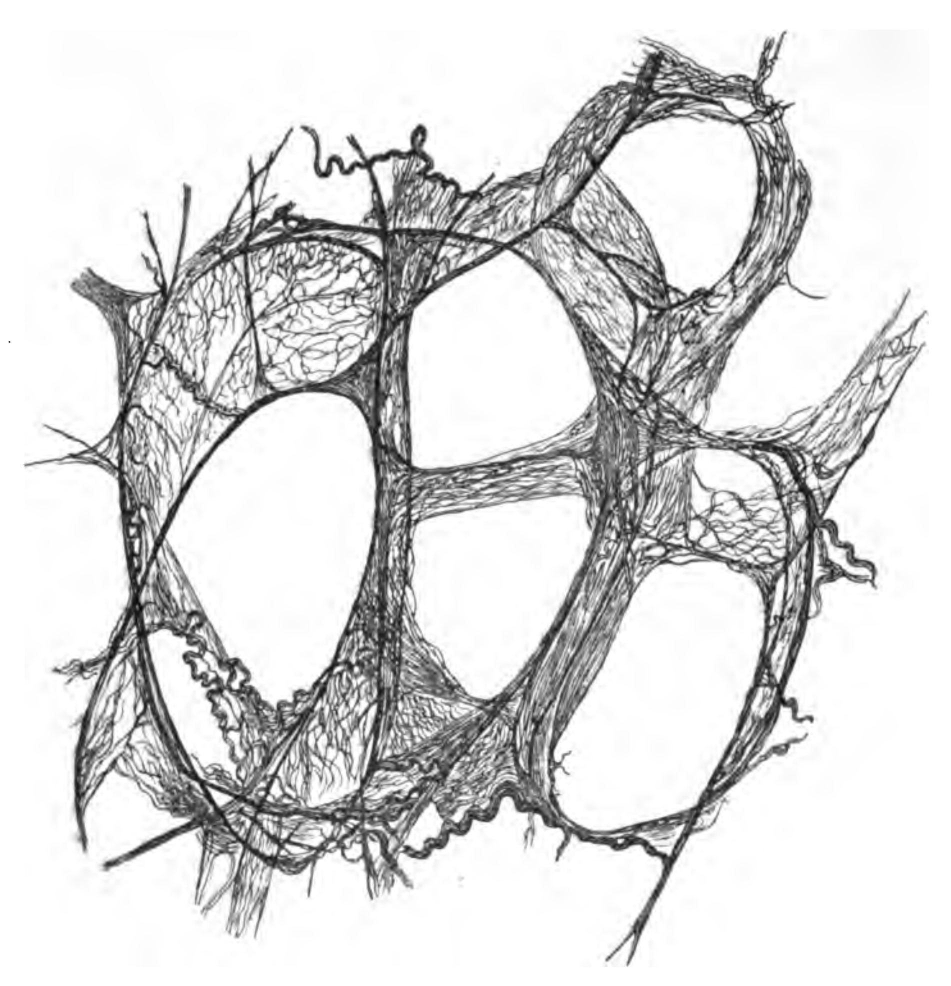


Fig. 318. **Ein Stück der Lunge (Hund?).** Gefrierschnitt, in Pankreatin verdaut, in Wasser gründlich gewaschen, auf dem Objektträger ausgebreitet. Gefärbt mit Säurefuchsin, differenziert mit Pikrinsäure. Vergrößerung 250fach, reduziert auf $^{9}/_{10}$. (Nach MALL *96*.)

der Pleura beim Kochen nur eine Spur Gelatine. Wird ein Schnitt aus der Lunge in verdünnter KOH gekocht, so bleibt nur das elastische Gewebe zurück, welches sich in Pankreatin leicht verdaut. Wird der Schnitt zuerst in Pankreatin gelegt, so bleibt das Retikulum übrig, welches sich in kochender KOH leicht löst. (MALL *91* und *96*.)

Nach MELNIKOW-RASWEDENKOW (Weigertsche Färbung, Mensch und Säugetiere) entspricht die reichliche Versorgung der Lungen mit

elastischem Gewebe der reichhaltigen Vaskularisation dieses Organes. In den Respirationsorganen sind es, wie auch in den übrigen Organen, die Blutgefäße, welche den größten Teil des elastischen Gewebes liefern. (MELNIKOW-RASWEDENKOW *99*.)

/ Die von LINSER durch Beispiele (siehe unten) nachgewiesene Proportionalität zwischen körperlicher Betätigung und der Entwicklung des elastischen Gewebes bei den verschiedenen Tieren spricht mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit für den Satz, daß erhöhte Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Lunge durch größere Ausbildung der Lungenelastizität beantwortet werden, mit anderen Worten für die kausale Morphologie. / (LINSER *00*.)

/ Das bindegewebige Gerüstwerk ist beim Rinde sehr reichlich, beim Schweine etwas weniger reichlich, noch weniger beim Pferde und nur spärlich beim Hunde vorhanden. Es besteht aus Bindegewebe, welches viele elastische Fasern enthält. / (ELLENBERGER und GÜNTHER *01*.)

/ Die elastischen Fasern der Lunge sind bei niederen Säugetieren schon bei den Monotremen (siehe diese) gut entwickelt. Besonders bei letzteren fällt der Reichtum der Firsten der Alveolensepten an elastischen Fasern auf, während den Grund der Alveolen schwächere Züge von elastischen Fasern schalenförmig umfassen. / (OPPEL *05*.)

(Über die Hüllmembran, Membrana propria, siehe unten im Kapitel: Das Lungenläppchen.)

Das Lungenläppchen.

Schon ROSSIGNOL *46/47* wußte (siehe oben p. 623), daß die Säugetierlunge eine Vereinigung einer großen Anzahl voneinander ähnlichen Läppchen (Lobuli) ist.

Er weist die Entdeckung der Unabhängigkeit der Läppchen HALLER (nicht REISSEISEN) zu. Die eingehende Beschreibung des Lungenläppchens durch ROSSIGNOL siehe oben p. 624 und 625.

/ Außer Blutgefäßen, Lymphgefäßen und Nerven besitzt das Lungenläppchen eine Membrana propria oder Hüllmembran, Bronchialwände. Alveolenwände und Zellgewebe, welches diese Teile untereinander, ebenso wie das Läppchen mit der Pleura und den benachbarten Läppchen verbindet.

Unter der Pleura findet sich eine von den Alveolenwänden distinkte Membran, gebildet von einer sehr feinen Schicht von elastischen Fasern. untermischt mit Fasern von Zellgewebe mit Kernen. Die Tunica entspricht der retikulierten elastischen Membran, welche den Lungensack der Reptilien umhüllt. Der Vogellunge fehlt dieselbe. Die Existenz dieser Membran haben WILLIS, HALLER, BAZIN und DESCHAMPS erkanut. Die drei ersten hielten sie für fibröser Natur. DESCHAMPS rechnet sie zum fibro-elastischen Gewebe. Diese Autoren, mit Ausnahme von HALLER. nehmen mit Unrecht an, daß diese Membran eine allgemeine Hülle für jede Lunge bilde. während sie eine von anderen Läppchen unabhängige Hülle um das Läppchen bildet. Dies läßt sich beim Rind leicht erkennen. (ROSSIGNOL *46 47*.)

/ Zwischen Pleura pulmonalis und dem zelligen Lungenparenchym findet sich eine Schicht elastischen Gewebes. welche in der Lunge des Menschen von einem Anatomen des 16. Jahrhunderts, COLOMBO, entdeckt, aber von WINSLOW, HALLER geleugnet und von den neueren Autoren nur bei den Cetaceen erwähnt wird. MOLESCHOTT stellte dieselbe beim Menschen dar und ROSSIGNOL *46/47* (p. 65) wies nach, daß

diese Tunica nicht eine gemeinsame Kapsel für jede Lunge bildet, sondern jedes Läppchen für sich umgibt. Die Unabhängigkeit dieser Tunica lobularis sieht man am leichtesten beim Rind. Diese elastische Schicht bildet eine stark entwickelte Tunica um jede Lunge bei Meerschweinchen, Elefant, auch Bison americanus, Eisbär, aber im allgemeinen ist sie rudimentär. / (H. MILNE-EDWARDS *57*, Bd. II, p. 336f. und Anm. I auf p. 337.)

/ Die Seitenwandungen der nebeneinanderliegenden Alveolen ein und desselben Infundibulums oder Alveolenganges verschmelzen regelmäßig zu dünnen Membranen (Alveolensepta), aneinanderstoßende Alveolen benachbarter Infundibula oder Alveolengänge tun dies, wenn auch noch sehr gewöhnlich, doch nicht überall. Hier treten schon zuweilen, ganz regelmäßig aber zwischen den verschiedenen Alveolengangsystemen, dünne Lagen lockeren, faserigen, interstitiellen Bindegewebes trennend dazwischen. Stärkere Scheidewände desselben Gewebes markieren in allen Säugetierlungen polyedrische Abteilungen des Alveolenparenchyms, welche man Läppchen, Lobuli, nennt. Dieselben haben beim Menschen einen Durchmesser von 0,5—1 cm und nehmen im allgemeinen mit der Größe des Tieres an Umfang ab. Das interstitielle Bindegewebe des Lungenparenchyms hängt einerseits fest mit der Pleura zusammen und geht andererseits direkt in das Bronchien, Gefäße und Nerven einscheidende und verbindende, adventitielle, lockere Fasergewebe über. / (F. E. SCHULZE *71*.)

/ Die beim Menschen, aber besonders beim Rinde deutlichen Lungenläppchen entsprechen einem Bronchialzweig und einem Zweig der Arteria pulmonalis. Beim Rind werden die Läppchen durch lockeres Bindegewebe getrennt. Beim Rinde reichen auch Knorpelkerne des Bronchus noch eine Strecke weit in das Läppchen hinein und der Bau des Bronchus ändert sich bei seinem Eintritt ins Läppchen nicht. Der elementare Teil der Lunge ist also nicht das Läppchen, sondern der Teil des Läppchens, welcher einer Unterabteilung des intralobulären Bronchus entspricht. Doch bildet das Lungenparenchym, welches einem Läppchen entspricht, eine innig verbundene Masse. Die Zellgewebssepten durchdringen es nicht. Sie bleiben außerhalb und senden nur dünne Fortsätze hinein. Die Endigung der Bronchien verhält sich folgendermaßen. Die Bronchien verzweigen sich, nachdem sie ins Läppchen eingetreten sind, in derselben Weise, wie zuvor. Aber wenn sie an den Endzweigen angekommen sind, welche beim Schaf zur Zeit der Geburt einen Durchmesser von 0,1—0,2, beim erwachsenen Rind 0,4 betragen, sieht man den Bronchus von einer Menge von Öffnungen durchbohrt, auf welche sich die Utriculi einpflanzen. Die Muskelfasern hören fast vollständig dort auf, wo das prismatische Epithel aufhört. Doch gibt es darin keine feste Regel. / (CADIAT *77 b*.)

/ Beim menschlichen Fötus, aber deutlicher beim Schafs- und Kalbsfötus, können die Läppchen ohne viel Schwierigkeit getrennt werden durch Auseinanderreißen des intermediären Bindegewebes. Beim Erwachsenen sind sie fester verbunden, aber ihre Grenzen sind oft durch Pigmentbildung im intermediären Bindegewebe deutlich gemacht. Das Bindegewebe der Lunge trennt nicht nur die Läppchen voneinander, sondern bildet auch eine unter der Pleura pulmonalis gelegene Schicht, welche einerseits mit dem interlobulären Bindegewebe, andererseits mit dem subendothelialen Bindegewebe der Pleura zusammenhängt. Bindegewebe umgibt auch Bronchus und Blutgefäße an der Lungenwurzel und setzt sich entlang den Gefäßen und den Bronchien als deren Tunica adventitia

in die Substanz des Organs hinein fort, wo es mit dem interlobulären Bindegewebe zusammenhängt. Da ein Läppchen eine Miniaturlunge ist, besteht es aus den Bildungen, welche die Lunge selbst charakterisieren./ (TURNER *77*.)

/Bei Hund, Schwein, Schaf, Kaninchen, Pferd und anderen besteht die Lunge auch aus Läppchen, wie beim Menschen, aber sie lassen sich nicht voneinander isolieren; jede Demarkationslinie, jeder Zug von Unabhängigkeit ist verschwunden. Diese innige Verbindung setzt gewissermaßen die Reihe der Modifikationen fort, welche die menschliche Lunge unter dem Einfluß des Alters eingeht. Dementsprechend existieren die beim Menschen so deutlichen zirkumlobulären Ringe nur in Spuren, die sie bildenden Stämmchen sind klein.

Beim Rind dagegen unterscheiden sich die Verhältnisse wesentlich von denen beim Menschen darin, daß die Lungenläppchen viel deutlicher begrenzt sind, als beim Menschen; eine dicke Zellgewebsschicht trennt sie, so daß sie leicht zu isolieren sind. Jedes Läppchen besitzt hier ein Lymphgefäßsystem, welches ohne Verbindung mit dem der benachbarten Läppchen bleibt und welches sich als ein von der Basis bis zum Stiel reichendes Netz darstellt. Zirkumlobuläre Netze fehlen hier, die von diesen ausgehenden oberflächlichen Lymphgefäße ebenfalls; die klassische Unterscheidung in oberflächliche und tiefe Lymphgefäße ist hier nicht anwendbar. Bei den Wiederkäuern sind alle Stämme tief./ (SAPPEY *85*.)

Es ist auch auf die eingehende historische und kritische Darstellung der Ansichten über den Bau des Lungenläppchens zu verweisen, welche SAPPEY *89* auf p. 451 ff. gibt.

/In jeden Lobulus der Lunge tritt nur ein feiner Bronchus ein./ (RAWITZ *94*.)

/Das Lungenläppchen „besteht aus einem Endabschnitt des Bronchialbaumes und aus den mit ihm verbundenen Lufträumen, sowie aus den verschiedenen Blutgefäßen, Lymphgefäßen und Nerven, welche diesen Teilen zugehören".

So erhalten wir in der Lunge eine „Einheit", welche in der Vielzahl vorhanden ist, und welche sich als solche am Aufbau der Lunge beteiligt./ (W. S. MILLER *00 a*.)

Eine eingehendere Darstellung wird unten das Lungenläppchen des Menschen (im Kapitel Mensch) finden. Dabei werden auch die älteren Darstellungen von RINDFLEISCH, CHARCOT, GRANCHER und anderen nach BERDAL *94* gewürdigt werden und die neueren Untersuchungen von LAGUESSE und D'HARDIVILLER am Menschen Berücksichtigung finden.

Pleura.

/Auch in der Lungenpleura beobachtete MOLESCHOTT elastische Fasern, wo sie von HENLE und MULDER mit Unrecht geleugnet worden waren./ (MOLESCHOTT *48*.)

/Bemerkenswert ist die Ausbildung des elastischen Gewebes der Pleura./ (EBERTH *63*.)

/Die Pleura pulmonalis vom Meerschweinchen enthält Bündel glatter Muskulatur. Bei Hund und Katze finden sich zwar in der Pleura auch einzelne Muskelzellen und Bündel solcher, beim Meerschweinchen bildet aber das von KLEIN beschriebene Netzwerk von Muskelbündeln eine deutliche subseröse Schicht, gelegen unter der eigentlichen Bindegewebsschicht der Pleura./ (E. KLEIN *75*, p. 7f.)

/ Beim Meerschweinchen enthält die Pleura pulmonalis Bündel von glattem Muskelgewebe. / (E. KLEIN *95*.)

/ Die viscerale oder pulmonale Pleura ist dünner und fester angeheftet als die parietale oder costale. Endothel (mit Stomata), bindegewebige Matrix, subpleurales Bindegewebe.

Auf der Lunge ist das subpleurale Blatt eng mit dem Lungengewebe verbunden und bildet eine starke oberflächliche fibröse Hülle, in welcher auch Bündel glatter Muskelfasern vorkommen. / (PIERSOL *95*.)

/ Die Pleurae bestehen aus einem mit feinen oder gröberen elastischen Elementen reichlich versehenen Bindegewebe und einem einfachen Plattenepithel mit kernhaltigen Zellen von 18—46 μ Größe an der Pleura pulmonalis. Die Epithelzellen der Pleura sitzen einem elastischen Grenzhäutchen auf und bestehen nach KOLOSSOW (Archiv für mikrosk. Anat., Bd. XLII) aus den kernenthaltenden Zelleibern, welche durch Interzellularbrücken zusammenhängen und aus oberflächlichen, dicht aneinander schließenden Blättchen, welche kurze, 2 μ lange Härchen tragen. Lymphgefäße hat DYBKOWSKY in dem parietalen Blatt der Pleura des Hundes und Kaninchens dargestellt. An den Rändern der Lungenflügel fand LUSCHKA zottenartige Fortsätze der Pleura, ähnlich denen in Synovialkapseln, hie und da mit Gefäßen und selbst Nervenfädchen. / (v. EBNER *99*.)

Blutgefäße der Lunge.

Über die Endnetze der Blutgefäße in den Alveolen vergleiche auch das oben p. 168 ff. und p. 648 ff. bei Schilderung des Lungenepithels Gesagte und die dort gegebenen, diese Netze betreffenden Abbildungen.

Anordnung der Blutgefäße in der Lunge. / Über die Blutgefäße der Lunge vergl. REISSEISEN *08* und *22*. „Die Bronchialgefäße gehören nicht bloß der knorpelichten Luftröhre zu, sondern sie erstrecken sich, soweit die Luftröhre reicht, also bis in die Luftbläschen. Sie ernähren nicht bloß die Luftröhre, sondern alle Teile der Lunge, und tragen auch das meiste zur Absonderung an der Oberfläche der Lunge bei.“ „Die Pulmonalarterie endigt auf dem Endbläschen der Luftröhre in einem anastomotischen Gefäßnetze. Sie führt das Blut ohne Unterbrechung in die Venen, haucht aber während dieses Durchganges durch das Netz eine Flüssigkeit durch belebte Mündungen in die Bronchien aus. Sie trägt durch ihre Anastomosen mit der Bronchialarterie zur Aussonderung auf der Oberfläche bei.“ „Die Lungenvenen entstehen auf den Endungen der Luftröhre durch Vereinigung der Haargefäßchen, welche das Adernetz bilden. Sodann aus dem Adernetze der Oberfläche, aus den Häuten der Bronchien, der Gefäße, und überhaupt aus den Teilen, wohin die Bronchialarterie Blut führt. Sie dient bloß, um das Blut dem Herzen zurückzuführen, nicht aber, um auch eine Flüssigkeit einzusaugen.“ / (REISSEISEN *08* und *22*.)

/ SÖMMERING dagegen kam zum Resultat: Die Bronchialgefäße gehören ganz allein der knorpeligen Luftröhre, nicht zugleich auch dem Zellgewebe der Lungen; das heißt: die Bronchialgefäße (worunter wohl vorzüglich die Arterien gemeint sind) ernähren so wenig zugleich das Zellgewebe der Lungen, daß sie nicht einmal zur Ernährung der Luftröhre hinreichten, falls ihnen die anastomosierenden Zweige der Pulmonalarterie abgingen. / (SÖMMERING in REISSEISEN und SÖMMERING *08*.)

/ Bezüglich der Lungenblutgefäße kommt ROSSIGNOL zu folgenden Resultaten, welche den damals angenommenen Anschauungen vollständig entgegengesetzt sind: Die Kapillaren der Bronchialgefäße und Pulmonargefäße bilden zwei große Netze, welche untereinander keine Kontinuität

haben und welche in der Lunge vollständig verschiedene und begrenzte Stellen einnehmen. Die Gefäße, welche zu diesen beiden Kapillarbezirken führen (Vasa afferentia oder Arterien), besitzen keine Anastomosen und sind folglich ganz unabhängig. Die ableitenden Gefäse (Venen oder Vasa efferentia) haben dagegen untereinander zahlreiche Kommunikationen. (ROSSIGNOL *46/47*.)

Eine eingehende Beschreibung des Blutgefäßsystems der Lunge gibt WILLIAMS *59*, p. 272 ff.

Über die Blutgefäße der Lunge vergl. auch die Injektionsbilder (meist 10 und 20fache Vergrößerung) von HEALE *62*.

Die Zweige der Arteria pulmonalis liegen gewöhnlich an der entgegengesetzten Seite einer ganzen Alveolengruppe, wie die Sammeläste der Venae pulmonales. „Wo die Alveolenwand außen noch von einer derben Lage faserigen Bindegewebes umgeben ist, wie an den Grenzflächen der einzelnen Lobuli, besonders unter der Pleura, breitet sich das abgerundet eckige, ovale oder rundliche Maschen bildende Netzwerk in ebenen oder flach gebogenen Flächen an der Innenseite der bindegewebigen Wand so aus, daß die Kapillarröhren nur mit einem geringen Teile, höchstens bis zur Hälfte, in die Grundmembran eingebettet liegen, mit dem übrigen Teile der Seitenwandung aber in das Lumen der Alveolen hineinragen. Wo indessen, wie in den meisten Fällen, die Wandungen benachbarter Alveolen zu dünnen Membranen verschmolzen sind, da haben sich immer die beiden, ursprünglich an der Innenseite jeder einzelnen Wand gelegenen, nun aber unmittelbar aneinander gerückten Kapillarnetze durch starke Entwicklung außerordentlich zahlreicher, die gemeinsame Wand durchsetzender Queranastomosen zu einem einzigen komplizierten Netzwerk verbunden, dessen Maschen sehr eng (beim Menschen um 0,001 mm weit, bei kleineren Tieren nur wenig enger) sind, und nicht mehr in derselben Ebene liegen, sondern, die Scheidewand vielfach durchsetzend, bald in die eine, bald in die andere von zwei benachbarten Alveolen hineinragen."

Bei praller Füllung der Gefäße und geringer Ausdehnung der Alveolen springen die Kapillaren gekrümmt in das Alveolenlumen schlingenartig vor. Bei größerer Ausdehnung der Alveolen legen sich die Schlingen mehr glatt an die Wand an, ragen aber auch dann noch stets mit dem größten Teil ihrer Seitenfläche in den Binnenraum vor. Die freien Kapillaroberflächen entbehren wenigstens an vielen Stellen jeder selbständigen bindegewebigen Decke.

Die Kapillardicke beträgt beim Menschen bei mäßiger Anfüllung 0,006—0,008 mm und nimmt nur wenig mit der Größe des Tieres ab.

An der Übergangsstelle eines Bronchialendzweiges in das zugehörige Alveolengangsystem, an den kleineren Bronchialästen, sowie dicht unter der Pleura finden sich reichliche Anastomosen der aus der Arteria pulmonalis hervorgehenden Kapillaren mit den aus den Bronchialarterien stammenden. (F. E. SCHULZE *71*.)

RINDFLEISCH findet, daß Anastomosen zwischen den kleineren, die Lobuli der Lunge versorgenden Ästchen der Arteria pulmonalis, welche in vielen Lehrbüchern erwähnt werden, in der Tat nicht existieren, daß vielmehr selbst die kleinsten Ästchen der Lungenarterien Endarterien sind. Die Angaben der Autoren von förmlichen arteriellen Gefäßkränzen, aus welchen die die Lobuli versorgenden Ästchen hervorgehen sollen, können nur durch den Umstand erklärt werden, daß bei unvollständiger Injektion die Masse aus den Arterien verhältnismäßig schnell und ohne daß das

ganze Kapillarsystem vorher gefüllt wäre, in die Venenanfänge übergeht. Die Enden der Arterien und die Anfänge der Venen aber liegen einander im Umring eines Lobulus so nahe, daß bei gleichgefärbter Füllung beider der Anschein eines Kranzes entstehen kann, ohne daß doch unter normalen Verhältnissen ein anderer als kapillarer Übergang zwischen beiden existierte. / (RINDFLEISCH *72 b.*)

/ Die Blutkapillarnetze sind beim Pferde (große Lungenoberfläche) weiter und bedecken eine nicht ganz so große Fläche als bei Tieren mit relativ kleinerer Lungenoberfläche (Rind, Schwein, auch Hund). So erhielt man beim Pferd, dessen Kapillaren bei mäßiger Füllung ca. 7,5 μ Breite und dessen Maschen ca. 18,5/15 μ weit sind, den Eindruck, als wenn nur etwa die Hälfte bis höchstens zwei Drittel der ganzen Oberfläche von dem Kapillarsystem eingenommen würden; dagegen dürften beim Rinde, Schweine und Hunde, deren Kapillargefäßbreite ca. 7,5 μ resp. 6,2 μ und 5 μ und deren Maschenweite im Mittel ungefähr 10/5 μ resp. 7/5 μ und 5/4 μ beträgt, drei Viertel bis selbst vier Fünftel der ganzen Lungenoberfläche den Kapillarnetzen zufallen. Es ist selbstverständlich, daß die Maschenweite durch Füllung und Lungenausdehnung beeinflußt wird; so zeigen stark gefüllte Partien der Pferdelunge bei einer Kapillarbreite von ca. 13,6 μ eine Maschenweite von 9/15 μ. / (SUSSDORF in ELLENBERGER *84.*)

/ Die Blutgefäße der Lunge schildert MILLER *93* wie in seiner vorläufigen Mitteilung (MILLER *92*) für den Hund (siehe dort) jedoch unter Beigabe von Abbildungen.

Von der Atrialarterie gehen die Terminalarterien ab und versorgen die Luftsäcke. Jeder Luftsack erhält eine einzige Arterie an seiner zentralen Seite, und dieselbe löst sich auf einmal in ein reiches Kapillarnetz auf.

Entsprechend den drei verschiedenen Arten von Alveolen (des Terminalbronchus, der Atria, der Luftsäcke) finden sich auch drei Arten von Terminalarterien; die Zweige zu den Atria sind kleiner als die zu den Luftsäcken und die zu den Alveolen der Terminalbronchien sind kleiner als die der Atria.

Wenn die Arterie den Luftsack erreicht, teilt sie sich in kleine Zweige, welche zu der zentralen Seite des Sackes in den Sulci zwischen den Alveolen ziehen und sich zuletzt in das reiche Kapillarsystem auflösen, das sie entstehen lassen. Dieses Netzwerk umgibt den ganzen Luftsack und kommuniziert sehr frei mit dem der umgebenden Säcke. Wenn zwei Säcke aneinander angrenzen, versorgt ein gemeinschaftliches Netzwerk beide. Dies ist die Regel in der Lunge. Netzwerke von Kapillaren bedecken nicht nur die Luftsäcke, sondern auch die Atrien und die Alveolen der Terminalbronchien. Der Durchmesser der Kapillarmaschen (vergl. auch W. S. MILLER *00a*, p. 209) ist etwas größer direkt unter der Pleura und etwas kleiner tiefer in der Lunge. Auf der peripheren Seite des Luftsackes beginnt das Netzwerk größere Gefäße zu bilden, welche der Beginn der Venen sind.

Die Venenwurzeln sammeln das Blut mehr von den Luftsäcken als von den Alveolen. Sie liegen jedoch mehr über den Alveolen eines Sackes, als in den Sulci zwischen diesen. Diese Venenwurzeln fließen bald zusammen und vereinigen sich, die Luftsackvene zu bilden. Die Venen an der peripheren Seite des Luftsackes liegen natürlich zwischen den Läppchen und sammeln Blut von den Säcken von drei verschiedenen Läppchen.

Betrachtet man die Endigung der Luftwege und die Arterien und Venen, so hat man als histologische Einheit der Lunge den Luftsack. Stets ist es eine Arterie und eine Vene, welche die Endigung jedes Systems darstellen. Die Arterie ist an der zentralen Seite des Sacks, die Vene an der peripheren, und zwischen beiden liegt ein reiches Blutkapillarnetz, welches jedem Luftsack eine arterielle und eine venöse Seite gibt.

Die Bronchialarterie versorgt den Bronchus in seiner ganzen Länge, die Wände der Blut- und Lymphgefäße und ihre Bindegewebsscheiden. Zwei oder mehr Bronchialarterien gehen zu jedem Bronchus und anastomosieren nirgends mit der Pulmonararterie. Die Bronchialarterie löst sich in Kapillaren auf, welche ganz frei mit den Pulmonarkapillaren kommunizieren, aber im allgemeinen ganz weite aber kurze Venen bilden, welche direkt in die Pulmonarvenen münden. Diese kleinen Bronchialvenen erstrecken sich über die ganze Länge des Bronchus in das Läppchen hinein. Hier, am Terminalbronchus, entstehen zwei kleine Venen, welche durch die von der Bronchialarterie gebildeten Kapillaren gebildet werden. Diese liegen an der entgegengesetzten Seite des Terminalbronchus und erhalten ferner wenige kleine Zweige von den Kapillaren der benachbarten Luftsäcke, und auf diesem Wege wird eine kurze, aber ganz große Vene gebildet, welche in die nächste Pulmonarvene mündet./ (W. S. MILLER *93*.)

/W. S. MILLER *00a* beschreibt die Blutgefäße der Lunge im wesentlichen wie in seinen früheren Mitteilungen (W. S. MILLER *92* und *93*). W. S. MILLER betont, daß die von früheren Autoren behauptete raschere Aufzweigung der Arterie an den Endabschnitten des Bronchus nur eine scheinbare ist, denn die Arterie folgt in Wirklichkeit bei ihrer Astbildung nur den Verzweigungen des Alveolenganges; aber diese waren eben den älteren Untersuchern unbekannt.

Anastomosen zwischen Ästen der Lungenarterie, welche von einigen Autoren beschrieben wurden, konnte W. S. MILLER niemals finden.

Die Lungenvenen sammeln sich aus drei verschiedenen Quellen, nämlich:

a) aus dem Kapillarnetz, in welches sich die Lungenarterie auflöst,
b) aus dem Kapillarnetz der Pleura und
c) aus dem Kapillarnetz in der Wand der Bronchien.

Die Kapillarnetze der Pleura sammeln sich zu Venenwurzeln, von denen gewöhnlich zwei oder drei, bisweilen auch vier ein kleines Venenstämmchen unmittelbar unter der Pleura bilden, welches sich plötzlich, der Peripherie eines Läppchens entlang, zu einem tieferen Abschnitt der Lunge wendet.

Daß KÜTTNER, ZUCKERKANDL, SCHÄFER u. a. das Kapillarnetz der Pleura dem System der Bronchialgefäße zuweisen, beruht auf einem Mißverständnis. Die Bronchialvenen bilden die einzige Ausnahme von der Regel, daß die Venen immer an der Peripherie des Läppchens liegen. Die Bronchialgefäße erstrecken sich nicht über die Alveolargänge hinaus. Die Bronchialvenen bilden sich nicht, wie es ZUCKERKANDL geschildert hat.

Das Blutgefäßnetz der Pleura stammt von der A. pulmonalis ab und nicht von der A. bronchialis. Distalwärts von den Alveolargängen finden sich keine Äste der A. bronchialis./ (W. S. MILLER *00a*.)

Bezüglich der Anordnung der Blutgefäße und Lymphgefäße in der Lunge des Hundes sei auch auf die von mir nicht wiedergegebenen Abbildungen auf W. S. MILLERS *00a* Tafel XII und XIII verwiesen.

Feinerer Bau der Lungenblutgefäße. / Anknüpfend an eine Mitteilung von STIEDA „Über quergestreifte Muskelfasern in der Wand der Lungenvenen" (Arch. f. mikr. Anat., Bd. XIV) teilt ARNSTEIN mit, daß in dem muskulösen Überzug der Lungenvenen bei Maus und Ratte alle histologischen Eigentümlichkeiten der Herzmuskulatur vertreten sind. Die quergestreifte Muskulatur der Lungenvenen besteht, wie die Herzmuskulatur, aus einem muskulösen Balkenwerke, dessen parallel zueinander verlaufende Grundpfeiler durch dünnere schrägverlaufende Querbalken zusammenhängen (Tangentialschnitte der Venenwand). Diese Muskelzellen wurden von EBERTH entdeckt.

Anatomische wie histologische Tatsachen beweisen, daß die quergestreifte Muskulatur der Lungenvenen als ein Teil der Herzmuskulatur aufzufassen ist. Die quergestreifte Venenmuskulatur ist als klappenersetzender Apparat anzusehen. Bei kleinen Säugetieren (Maus, Fledermaus, Ratte) erstreckt sich dieser Apparat bis an die Zweige geringen Kalibers, während er bei anderen Säugetieren und beim Menschen nur bis an den Lungenhilus reicht. Warum, ist nicht klar; vielleicht weil die Kürze der Blutbahn zwischen Herz und Lunge bei den genannten Tieren ein stärkeres Präservativ gegen die umgekehrte Stromrichtung verlangt, die sich in den Lungenvenen während der Vorhofsystole geltend macht. / (ARNSTEIN *77*.)

PIANA findet, daß in den kleinen Lungenarterien von Rind, Schaf und Schwein die Faserzellen nicht eine kontinuierliche Tunica muscularis, sondern Ringe bilden, welche das Gefäßlumen umgeben, in gewisser Entfernung voneinander liegend. Andererseits verbinden dünne Bündel, welche schräg um die Gefäßlumina und alle in derselben Richtung verlaufen, die verschiedenen Ringe. Diese Eigentümlichkeit beginnt bei Arterien von $^1/_4$ mm Durchmesser und reicht bis zu den kleinsten, welche in die Kapillaren übergehen.

Bei Mensch, Pferd, Hund, Katze und Kaninchen zeigten dagegen die kleinen Lungenarterien dasselbe Verhalten, wie Arterien anderer Organe, also eine kontinuierliche Muscularis.

PIANA glaubt, daß diesen Ringen die Aufgabe zukommt, die Geschwindigkeit des gegen das Kapillarnetz der Lungenbläschen strömenden Blutes zu mäßigen. / (PIANA *80*.)

/ Die Einlagerung zirkulär verlaufender Herzmuskelfasern in die Adventitia der Lungenvenenwurzeln überschreitet bei unseren Haussäugetieren den Lungenhilus nicht. / (SUSSDORF in ELLENBERGER *84*.)

Lymphgefäße der Lunge.

/ Die früheste Erwähnung der Lymphgefäße der Lunge findet sich in den Schriften von OLAF RUDBECK 1651—1654, er hat jedoch anscheinend nur die oberflächlichen Gefäße gesehen.

P. MASCAGNI (Vasorum lymphaticorum corporis humani historia et iconographia, Senis 1787) und CRUIKSHANK (The anatomy of the absorbing vessels of the human body. London 1790) geben an, daß die Lymphgefäße in zwei Schichten gesondert sind, eine oberflächliche und eine tiefe, welche miteinander in Verbindung stehen. / (W. S. MILLER *00a*.)

/ 1860 herrschte die Anschauung von VIRCHOW, nach welcher fixe Bindegewebszellen hohle Körper wären mit sternförmigen, kanalisierten, anastomosierenden Ausläufern, in welchen das Plasma zirkulieren würde. Dieses hohle Netz wurde als der erste Anfang der Lymphwege betrachtet. / (PIERRET et RENAUT *81*.)

direkten Verbindung mit der Alveolarhöhle, respektive der Oberfläche der Bronchialschleimhaut, durch Pseudostomata./ (E. KLEIN *75.*)

/KÜTTNER ließ Kaninchen und Hund eine nahezu saturierte Lösung von indigschwefelsaurem Natron aspirieren, nach eingetretener Erstickung füllte er die Lunge von der Trachea aus sofort mit absolutem Alkohol. Die Resultate dieser Methode berechtigen zu dem Schlusse: das indigschwefelsaure Natron scheidet sich zwischen den Epithelzellen der Bronchien und Alveolen ab, dringt von hier aus in die Spalträume der Gewebe und Blutgefäße, die untereinander und mit dem Endothel der Pleura zusammenhängen./ (KÜTTNER *75.*)

/Aus den im Auszug gegebenen Resultaten von KÜTTNER *75* hebt TH. HOFFMANN die eigentümliche Beziehung der durch Resorption erfüllten Gänge im Gewebe zu der Zwischensubstanz des Epithels hervor und erinnert in dieser Beziehung an die ähnlichen Befunde v. RECKLINGHAUSENS *63* bei seinen Experimenten über Fettresorption am Diaphragma des Kaninchens. Auch dieser fand eine Kommunikation der Lymphgefäße mit der Außenseite des Organs durch die Kittsubstanz des deckenden Epithels hindurch. Ebenso fand DYBKOWSKY *66* (vergl. auch oben p. 664) an der Pleura Öffnungen zwischen den einzelnen Epithelzellen, durch welche die Lymphgefäße der Pleura mit der Pleurahöhle in Verbindung stehen./ (TH. HOFFMANN *75.*)

/Von 1862 an war die Saftkanälchentheorie von RECKLINGHAUSEN (*62*, *63* und: Über Eiter- und Bindegewebskörperchen, Virchows Archiv Bd. XXVIII) geltend. Die Arbeiten von SIKORSKY *70* und KLEIN *75* waren deutlich durch diese irrtümliche Auffassung beeinflußt.

Bis dahin wurde der Ursprung des Lymphsystems der Lunge stets im Bindegewebe gefunden, sei es, daß dasselbe als Sieb von Kanälen, welches von hohlen Plasmazellen gebildet wurde (WYWODZOFF), betrachtet wurde, oder als aus freien Räumen bestehend, in denen der Saft zirkuliert und deren Wände von fixen Bindegewebszellen gebildet werden, entsprechend der Auffassung von RECKLINGHAUSEN und WALDEYER (SIKORSKY, KLEIN)./ (PIERRET et RENAUT *81.*)

/GRANCHER unterscheidet nach den beiden die Lunge zusammensetzenden Systemen (dem luftführenden und dem blutführenden):

A. Lymphgefäße des Luftsystems. Jedes Läppchen und jedes seiner Segmente ist von einem Lymphraum umgeben: perilobuläres Netz, periinfundibuläre Netze und perialveoläres Netz. Dazu kommt noch ein peribronchiales Netz, welches allmählich Lymphgefäße entstehen läßt, indem man sich dem Hilus der Lunge nähert. Dieselben nehmen die bronchialen submukösen Gefäße und die bronchialen periglandulären Gefäße auf. Letztere erklärt GRANCHER für von ihm zuerst beschrieben.

B. Lymphgefäße des Blutgefäßsystems. Es handelt sich dabei um lakunäre perivaskuläre Räume. Nach der Beschreibung von KLEIN für das Meerschweinchen würde es sich dagegen dort mehr um Lymphstämme als um Lakunen handeln. Während KLEIN sich dieses perivaskuläre Netz bis zu den Kapillaren fortsetzen läßt, glaubt GRANCHER hieran nicht und hält die Bilder von KLEIN nicht für beweiskräftig. Lymphscheiden für die Blutkapillaren, in welchen sich der Gasaustausch vollzieht, waren damals nicht erwiesen.

C. Die interfascikulären Räume im Bindegewebe sind Lymphkapillaren.

D. Die Lymphgefäße aller Lungengefäße anastomosieren miteinander aufs reichste./ (GRANCHER *77.*)

Für GRANCHER ist jedoch der das Läppchen umgebende Lymphraum mehr ein Netz als eine doppelte Oberfläche, denn er findet ihn von einer Anzahl von Hohlräumen oder sternförmigen Räumen gebildet, von einem Endothel ausgekleidet und von Bindegewebsbündeln umhüllt. Die Auffassung von GRANCHER wurde von CHARCOT angenommen und fand in Frankreich den verdienten Erfolg. (PIERRET et RENAUT *81*.)

v. WITTICH *78* ließ in die Trachea des lebenden Tieres eine Lösung von indigoschwefelsaurem Natron tropfenweise hineinfließen (10 bis 13 ccm in zwei Stunden). Bei dem danach getöteten Tiere fand er stets nur einen einzelnen Lappen, der gewöhnlich ein unterer war, von der Lösung gefärbt. Schnitte zeigten ein Netzwerk blauer Linien, an denen hier und da Knotenpunkte sichtbar waren, ähnlich den Bildern, wie sie von SIKORSKY beschrieben sind. Dagegen war es VON WITTICH unmöglich, durch Injektion von Silbernitratlösungen Stigmata oder Stomata zwischen den Epithelzellen der Alveolen nachzuweisen; nur konnte er häufig die Interzellularsubstanz färben. Er nahm an, daß das Netzwerk blauer Linien, welches er erhalten hatte, auf einer Färbung der Inter-

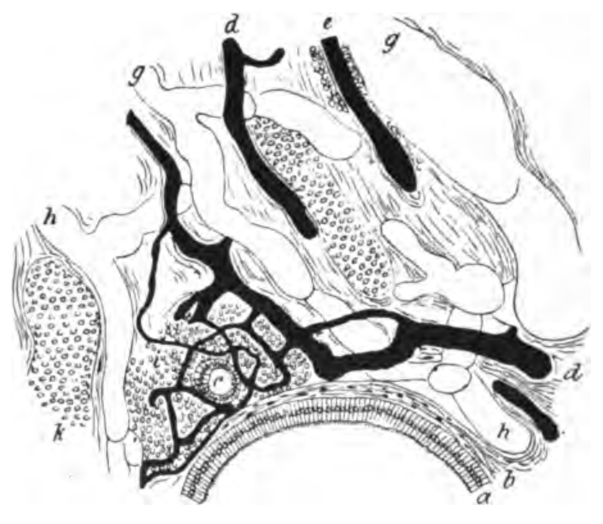


Fig. 319. **Lunge vom Meerschweinchen.** Schnitt durch einen großen Bronchus; die Blutgefäße wurden von der Pulmonalarterie aus injiziert. Die Injektion ist durch die Lymphgefäße ausgeflossen, welche hier ausgedehnt sind. Es ist ein Schrägschnitt und deshalb sieht man im oberen Teil der Figur die Bronchialwände mehr oder weniger von ihrer Außenfläche. *a* das die Innenfläche überkleidende Zylinderepithel; *b* Muskelschicht; *c* Ausführgang einer Schleimdrüse; *d* Venen; *e* ein Zweig der Pulmonararterie; *g* perivasculäre Lymphgefäße; *h* peribronchiale Lymphgefäße, mit ersteren anastomosierend; *i* ein Lymphnodulus; *k* Knorpel. Vergrößerung etwa 50fach, reduziert auf $^{9}/_{10}$. (Nach KLEIN und SMITH *80*.)

zellularsubstanz beruhe und deutete die von KÜTTNER (siehe oben p. 666) erhaltenen Resultate in der gleichen Weise. (v. WITTICH *78*, nach dem Referat von W. S. MILLER *00a*, p. 214.).

An den Lymphgefäßen der Lunge unterscheidet KLEIN folgende drei Systeme: a) die subpleuralen Lymphgefäße (oberflächliche Lymphgefäße von WYWODZOFF), b) perivaskuläre Lymphgefäße, c) peribronchiale Lymphgefäße (siehe Fig. 319). (KLEIN and SMITH *80*.)

PIERRET und RENAUT finden: Die ganze Oberfläche aller Lungenläppchen des Rindes wird von einer kontinuierlichen Lage von Endothel ausgekleidet (découpé en jeu de patience). An der Peripherie jedes Läppchens wird die respiratorische Oberfläche von einer lymphatischen Oberfläche verdoppelt, welche ihr an den meisten Stellen ohne ein Zwischengewebe anliegt und die Lunge nach außen begrenzt.

Die perilobulären lymphatischen Oberflächen kommunizieren reichlich untereinander, von Läppchen zu Läppchen und quer durch interlobuläre Linien und bilden so ein durchweg zusammenhängendes System in jedem Lungenlappen.

Der Ursprung der Lymphgefäße der Lunge findet sich also ganz in dem perilobulären System und in dem der halbgeschiedenen Säcke der Zwischenlinien, welches mit ihm kommuniziert. Überall ist dieses System geschlossen und ersetzt fast vollständig das lockere Bindegewebe. (PIERRET et RENAUT *81*.)

/ Daß sich das Gerüstwerk der Lunge (Haussäugetiere) gegen die Spalträume durch Endothelzellen abgrenzt, ein Umstand, welcher den besten Beweis für die Bedeutung dieser Spalträume als Lymphbahnen erbringt, hat SUSSDORF schon früher (Zeitschr. f. Tiermed. u. vergl. Pathol., 1879, Bd. V, p. 365) geschlossen, wie dies dann durch PIERRET und RENAUT *81* bestätigt wurde. / (SUSSDORF in ELLENBERGER *84*.)

Die makroskopische Anatomie der Lymphgefäße des Atmungsapparates bei Mensch und Säugetieren siehe bei SAPPEY *85*, p. 107 ff.

/ Um das Lungenläppchen bilden die Lymphgefäße ein reiches lakunäres Netzwerk, perilobuläres, periacinöses und perialveoläres Netz. / (LAUNOIS et MORAU *92*.)

/ Im Lungenepithel beschreibt PIERSOL zwischen den Epithelzellen, häufig an der Verbindung der Ecken, mehrere kleine Öffnungen oder Stomata, welche sich gewöhnlich mit mikroskopischen Wegen verbinden, die in die Lympgefäße führen. Auf diesem Wege gelangen (oft dunkel pigmentierte) Fremdkörper von den Alveolen in die Lymphgefäße und werden im interlobulären Bindegewebe abgelagert. / (PIERSOL *95*.)

/ L. TEICHMANN verfolgte die Lymphkapillaren der Bronchialschleimhaut bis in feinere und zwar 1,5—2 mm im Durchmesser haltende Bronchialverzweigungen, in welchen das Netzwerk nach und nach weitmaschiger und die Lymphkapillaren feiner werden, jedoch nirgends über den Bereich der Schleimhaut sich erstrecken. Auf Grund dieser Tatsache sowie des Umstandes, daß längs der feineren Bronchien keine Lymphgefäßstämmchen angetroffen werden, ist L. TEICHMANN überzeugt, daß in den Endverzweigungen der Bronchien und ebenso in den Lungenalveolen gar keine Lymphgefäße vorhanden sind. / (L. TEICHMANN *96*.)

/ Beim Menschen und anderen Säugetieren ist die beim Rind hochausgebildete, den Lobulus allseitig umgebende lymphatische Oberfläche nicht annulliert, wie es GRANCHER gezeigt hat. Sie ist auf beim Erwachsenen schwer, beim Neugeborenen genügend darstellbare Spalten reduziert.

RENAUT verlegt daher den Ursprung der Lymphgefäße der Lunge ganz in das perilobuläre System. / (RENAUT *97*.)

/ Die Lymphgefäße der Lunge (Hund) bestehen aus einem geschlossenen Röhrensystem, das in der Wand der Bronchien, in der Pleura und längs der Äste der Lungenarterien und -venen gelegen ist.

In den Bronchien bilden die Lymphgefäße ein Netzwerk mit länglichen Maschen. Dieses Netz nimmt allmählich ab, bis es an den Alveolengängen endigt. Distalwärts von den Alveolengängen sind keine Lymphgefäße vorhanden. Von dem bronchialen Lymphgefäßnetz gehen Äste zu den Zweigen der Pulmonalarterie und -vene ab: diese Äste nehmen ihren Ursprung am distalen Ende der Alveolargänge und an den Stellen, wo die Bronchien ihre Äste abgeben.

Neben den großen Stämmen der A. und V. pulmonalis verlaufen zwei oder bisweilen drei Lymphgefäße, die durch Äste so miteinander

zusammenhängen, daß jedes Blutgefäß von einem Netzwerk umgeben ist. Die kleineren Arterien und Venen sind nur von einem einzigen Lymphgefäß begleitet, das an der Arterie zwischen ihr und dem Bronchus liegt.

Die Lymphgefäße der Pleura bilden ein sehr reiches Netzwerk, das keinerlei bestimmte Beziehungen zu dem Lungenläppchen besitzt. Mit diesem Netz hängen die Lymphgefäße der Lungenvenen da zusammen, wo die Vene an die Pleura herantritt.

Eigentliche Lymphkapillaren finden sich nirgends in der Lunge, auch nicht in den Wänden der Atrien und Luftsäckchen. Ebensowenig sind zwischen den Lymphgefäßen der Pleura und zwischen der Pleurahöhle freie Kommunikationen (Stomata) vorhanden.

Klappen trifft man in größter Reichhaltigkeit in den Lymphgefäßen der Pleura, in geringer Zahl in den bronchialen Lymphgefäßen an; sie fehlen dagegen in den Lymphgefäßen der Arterien und Venen.

Pigment wird, wenn es sich überhaupt findet, am reichlichsten an den Lymphgefäßen der Arterien angetroffen und an den Stellen, wo die Lymphgefäße der Pulmonalvenen mit dem Netzwerk der Pleura zusammenhängen.

Die speziellen Resultate W. S. Millers siehe unten im Kapitel: Karnivoren, Canis familiaris. / (W. S. Miller *00a.*)

Lymphgewebe der Lunge.

/ In der Lunge vom Meerschweinchen und Kaninchen enthalten die Wände der Bronchien Lymphnoduli in Verbindung mit der Wand der peribronchialen Lymphgefäße. / (E. Klein *75.*)

/ Die in der Bronchialwand und im peribronchialen Zellgewebe gelegenen lymphatischen Knötchen erwähnen schon Burdon-Sanderson (Recent researches on tuberculosis, Edinbourgh medical Journ. 1870, Bd. XV, 1 und Report of the Medical Officer of the Privy Council 1868 und 1869), C. A. Ruge (Einige Beiträge zur Lehre von der Tuberkulose, Inaug.-Diss., Berlin 1869), E. Klein *75*, Friedländer (Experimentelle Untersuchungen über chronische Pneumonie und Lungenschwindsucht. Arch. f. path. Anat., 1876, Bd. LXVIII), Schottelius (Experimentelle Untersuchungen über Wirkung inhalierter Substanzen. Arch. f. path. Anat. 1878, Bd. LXXIII) und Frankenhäuser *79*.

Dieselben wurden als normale Bestandteile, als pathologische Produkte oder aber als andere zufällige und unwesentliche Gebilde betrachtet.

Arnold ist der Ansicht, daß nicht nur diese bronchialen und peribronchialen Knötchen, sondern auch die perivaskulären und subpleuralen Anhäufungen lymphatischen Gewebes Erscheinungen sind, welche regelmäßig in den normalen Lungen der von ihm untersuchten Tiere vorkommen und eine Gesetzmäßigkeit in ihrer Anordnung erkennen lassen.

In der Lunge von Hund, Katze, Kaninchen und Meerschweinchen findet sich lymphatisches Gewebe nicht nur in Form von Knötchen, sondern auch in der Art weniger regelmäßig gestalteter und begrenzter Gebilde.

In allen Fällen finden sich Anhäufungen lymphatischen Gewebes im subpleuralen Bindegewebe (siehe Fig. 321), und zwar namentlich an denjenigen Stellen, an welchen die oberflächlich verlaufenden interlobulären Bindegewebszüge unter Bildung breiterer Knotenpunkte sich vereinigen; seltener sind solche in den interalveolären Bindegewebszügen der oberflächlichen Alveolarsysteme eingebettet. Die Anhäufungen, von verschiedener Form, bestehen aus lymphoiden Zellen und einer bindegewebigen

Zwischensubstanz. Sowohl die rundlichen Knötchen als die verästigten und strahligen Anhäufungen lymphoider Substanz werden von Gefäßen durchzogen. Zuweilen liegen die lymphatischen Anhäufungen den Gefäßen seitlich an (siehe Fig. 320) oder umscheiden sie in größerer Ausdehnung. In manchen Knötchen sind die Gefäße in Form eines Netzes angeordnet, dessen Maschen aber sehr weit zu sein pflegen.

Im Lungengewebe selbst finden sich lymphatische Apparate, namentlich in den die Alveolengänge umhüllenden Bindegewebszügen, sowie in den eigentlichen interalveolären Leisten eingebettet. Ihre Form ist bald eine rundliche, bald eine mehr strahlige oder verästigte. Die ersteren springen nicht selten in die Alveolarlumina vor, während die letzteren mehr als Auftreibungen der interalveolären Leisten erscheinen. Die Anhäufungen zeigen häufig Beziehung zu Gefäßen, und zwar namentlich zu kleineren und mittelgroßen Ästen der Arteria pulmonalis derart, daß sie in der Umhüllung derselben oder im Adventitialraum eingebettet liegen. Sie bestehen aus lymphoiden Zellen und einer bald spärlicheren, bald reichlicheren Zwischensubstanz, welche im allgemeinen den Charakter

Fig. 320.

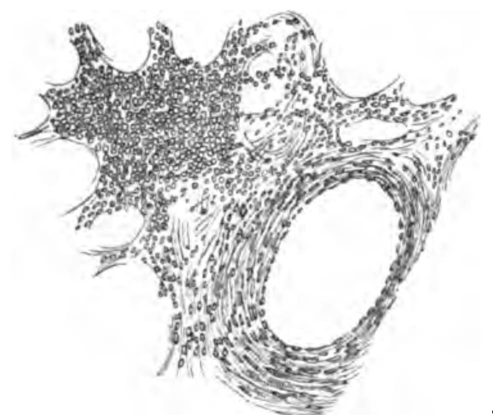


Fig. 321.

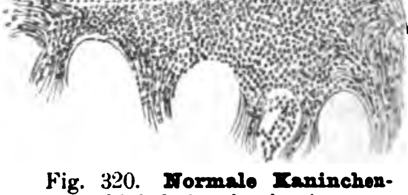


Fig. 320. **Normale Kaninchenlunge.** Schiefschnitt durch einen Ast der Arteria pulmonalis. In der Scheide derselben ist ein Knötchen gelegen, das aus lymphoiden Zellen besteht. Vergr. etwa 150fach, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach ARNOLD *80*.)

Fig. 321. **Normale Lunge einer jungen Katze.** Subpleurale lymphatische Anhäufung. Vergr. etwa 150fach, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach ARNOLD *80*.)

eines Retikulums besitzt. Den perivaskulären Formen sehr ähnlich sind die peribronchialen. An den kleinsten Bronchien liegen sie an den Teilungsstellen, bei den größeren sitzen sie seitlich und umscheiden zuweilen dieselben in ihrer ganzen Zirkumferenz.

Die in der Bronchialwand selbst liegenden lymphatischen Gebilde finden sich bald in den äußeren Schichten nächst und zwischen den Knorpeln oder aber in der Mucosa selbst, manchmal unmittelbar unter dem Epithel. Ihr wesentlichster Bestandteil sind lymphoide Zellen; die retikuläre Zwischensubstanz ist meist sehr spärlich. Die Gefäße bilden ein weitmaschiges Netz./ (J. ARNOLD *80*.)

/Neben den bindegewebig-elastischen Fasern sind besonders in der Rinder-, Pferde- und Schweinelunge spindelförmige und lymphoide Zellen recht reichlich./ (SUSSDORF in ELLENBERGER *84*.)

/Das bindegewebige Gerüstwerk der Lunge bei Rind, Schwein, Pferd und Hund enthält viel Leukocyten und zuweilen (namentlich beim Schweine) subpleurale, perivaskuläre und peribronchiale Lymphnoduli./ (ELLENBERGER und GÜNTHER *01*.)

Pigment der Lunge.

Über das Pigment der Lunge besteht eine umfangreiche Literatur, wohl infolge des Umstandes, daß wir uns dabei im Grenzgebiet zwischen physiologischer Anatomie und pathologischer Anatomie befinden, so daß sich das Interesse der Forscher aus beiden Gebieten diesem Gegenstande zuwandte. Die Mehrzahl der Arbeiten bezieht sich auf den Menschen, wenn dies auch nicht von allen Autoren direkt ausgesprochen wird, und Beobachtungen und Versuche an Säugetieren bleiben in der Minderzahl. Immerhin sind die Resultate, zu welchen Anatomen und Pathologen auf diesem Gebiet kamen, auch für die vergleichende Anatomie von höchster Bedeutung. Bezüglich der älteren Literatur verweise ich auf die eingehende Darstellung von ARNOLD *85* und einiger anderer im folgenden erwähnten Autoren, während ich selbst hierüber nur eine kurze Zusammenstellung nach SCHAUMBERG *00* und VIRCHOW *66* voranstelle, um mich dann zur Wiedergabe des Inhalts der mir zugänglich gewordenen Originalarbeiten zu wenden.

PEARSON 1813 und LAENNEC 1819 sprechen sich zuerst mehr oder weniger bestimmt in dem Sinne aus, daß staubförmige Kohlenpartikel in das Lungengewebe eindringen und von da auch den Bronchialdrüsen zugeführt werden könnten. E. H. WEBER 1832 war der Ansicht, daß auch das „normale“ Lungenschwarz ein Produkt des Organismus sei. HENLE erklärte es 1841 für zweifelhaft, ob die schwarzen Flecke in der Lunge „organische Bildungen oder bloße Ablagerungen eingeatmeten Kohlenstaubes seien“, wenn er sich auch mehr zu ersterer Ansicht hinneigte. Dann schien die durch VIRCHOWS Untersuchungen herbeigeführte genauere Kenntnis der Entwicklung der pathologischen Pigmente auch für die Entstehung des Lungenschwarz eine genügende Erklärung zu bieten. So war anfangs der 60er Jahre die Kohlentheorie des Lungenschwarz ganz aus unseren Handbüchern verschwunden. Von England wurden schon, bevor die Diskussion auf dem soeben besprochenen physiologischen Gebiete verstummte, auf Fälle bei Kohlenarbeitern hingewiesen, bei denen notwendig das Eindringen des Kohlenstaubes als Ursache der schwarzen Färbung der Lunge, sowie der Erkrankung der Lungen anzusehen war. GREGORY war der erste, der einen solchen Fall publizierte. Das Hauptverdienst aber, diese Fälle erst aufgespürt, in ihrer Bedeutung erkannt, und die ganze Lehre durch vieljährige unermüdliche, ebenso umsichtige als unparteiische Forschungen am meisten gefördert zu haben, gebührt unstreitig WILL. THOMSON (Medico-chirurgical Transactions, 1837. Vol. XX, p. 230 und 1838, Vol, XXI, p. 340) und dessen Vater. Diese beiden regten zu weiteren Veröffentlichungen an. In Frankreich teilte ANDRAL 1837 einen von BÉHIER 1836 beobachteten, ebenfalls einen Kohlenarbeiter betreffenden Fall und RILLIET einen Fall bei einem Kupferformer mit.

CHRISTISON, GRAHAM und LECANU wiesen dann durch chemische Untersuchungen die Identität des färbenden Stoffes mit wahrer Kohle nach.

HAMILTON wies nach, daß die Einlagerung sich einmal in dem aus der Lunge ausgepreßten Schleim, andererseits im interlobulären Zellgewebe finde. Auch CRAIG nahm die Möglichkeit des Durchgangs fester Teile durch die Alveolarwand in unbefangenerer Weise an, als durch diese Fälle bewiesen war. Gerade hiergegen erhoben HASSE und VIRCHOW Einwendungen. Dann zeigte TRAUBE, daß Kohlenstaubteile nicht nur in die Alveolen eindringen, sondern auch monatelang darin liegen bleiben

können. Von der Lagerung dieser Partikelchen außerhalb der Alveolenräume (also im Bindegewebe etc.) war dabei aber nicht die Rede.

Im Jahre 1862 betonten MAURICE, KUBORN, VILLARET, CROCQ die Lagerung der Kohlenteile im interstitiellen Lungengewebe und in den Bronchialdrüsen. CROCQ und LEWIN stellten ein direktes Eindringen durch die Luftwege fest, während VILLARET den Weg durch den Darm und das Blutgefäßsystem zur Lunge annahm. SELTMANN legte Zeugnis für die Kohleninhalationstheorie der Lungenanthrakosis ab. Doch traten noch 1863 und 1864 FÖRSTER und FRIEDREICH dieser Lehre entgegen und hielten an der Pigmentnatur der schwarzen Färbung fest. ZENKER (Arch. f. klin. Med. 1866, Bd. II,) beschrieb eine durch eingeatmeten rohen Eisenstaub aufs intensivste gefärbte Lunge. Damit waren die letzten Gegner der Kohleninhalationstheorie geschlagen, und auch VIRCHOW änderte seine Stellung hierzu, nachdem er sich selbst noch überzeugt hatte, daß die Rußkörnchen von Bergmannslungen von den schwarzen Pigmentkörnchen der Lunge mikroskopisch nicht zu unterscheiden waren, und ist von dieser Zeit an der festen Ansicht, daß es eine wahre Anthrakosis der Lunge gibt und auch ein Teil des feinkörnigen Lungenschwarzes nicht nur auf kleine Teile von Holzkohle, sondern auch auf Ruß und Rauch zu beziehen ist. / (SCHAUMBERG *00.*)

/ Eingehende Untersuchungen über das Lungenpigment verdanken wir R. VIRCHOW. 1847 (Arch. f. path. Anat. 1847, Bd. 1, p. 434, 461—66) kam derselbe zur Ansicht, sich dagegen auszusprechen, daß das Lungenschwarz aus eingeatmeter Kohle bestehe. Später (Edinb. med. Journal 1858, Septbr., p. 204) erklärte sich R. VIRCHOW bestimmt gegen die Ansicht derjenigen, welche die „Bergmannslunge" von einer Einatmung des bei der Arbeit in den Kohlengruben entstehenden Staubes ableiteten, R. VIRCHOW zeigte, daß die „Bergmannslunge" als ein Produkt chronischer Pneumonie zu betrachten sei. / (R. VIRCHOW *66.*)

/ Inzwischen war KOSCHLAKOFF zum Resultat gekommen, daß es sehr wahrscheinlich ist, daß jedes Lungenpigment in der Lunge selbst entsteht, als Zersetzung des Blutfarbstoffes. Doch konnte KOSCHLAKOFF vermittelst chemischer Methoden das gewöhnliche Lungenpigment nicht von der Kohle unterscheiden. / (KOSCHLAKOFF *66.*)

/ Nach den Versuchen von KOSCHLAKOFF stand damals fest, daß eine sichere chemische Differenz des Lungenschwarzes und der Holzkohle bis jetzt nicht gefunden ist. Doch folgt nach R. VIRCHOWS Erachten ebensowenig die Identität, als die Nichtidentität beider, obwohl nicht in Abrede zu stellen ist, daß für die Identität die größere Wahrscheinlichkeit spricht. An gröberen Partikeln in der Lunge ist jedoch die Identität mit verkohltem Holz nicht zu bezweifeln, da hier nicht bloß Holz überhaupt, sondern das ganz bestimmte Holz, das Pflanzengenus, von dem die Kohle herstammt, zu erkennen ist. Für das feinkörnige Lungenschwarz ist dagegen nach R. VIRCHOW ein Zweifel noch zulässig. Nicht um Kohle handelt es sich, wenn aus gelben und braunen Körnern allmählich schwarze entstehen. (Geeignetes Untersuchungsobjekt ist die braune Induration.) R. VIRCHOW unterscheidet somit eigentliche Anthrakosis und eigentliche Pigmentzustände an der Lunge. / (R. VIRCHOW *66.*)

/ Das schwarze Pigment, welches man bei vielen Säugetieren in den Lungen antrifft, so daß sie ein gefleckteś Ansehen erhalten, scheint den Cetaceen zu fehlen. Bei Delphinus delphis und Delphinus phocaena fand RAPP keine Spur davon. / (RAPP *37.*)

/ Das Lungenpigment hat MOLESCHOTT niemals in den Bläschen selbst, sondern immer nur in der Intervesikular- und Interlobularsubstanz gefunden. / (MOLESCHOTT *48.*)

/ TRAUBE beweist die von ihm gefundene Tatsache des Vorkommens von Kohlenteilchen in den Lungenepithelien eines Kohlenarbeiters, daß selbst dem Organismus durchaus fremde Körper in Zellen eingedrungen sein können, ohne deren Zerfall oder auch nur wahrnehmbare Veränderungen an ihnen herbeizuführen. Die von dem inspiratorischen Luftstrom getriebenen Teilchen langen mit einer gewissen Geschwindigkeit in den Alveolen an und müssen darum, zumal als spitze Körper, die ihnen entgegenstehenden Zwischenwände leicht durchbohren können. / (TRAUBE *60.*)

/ REBSAMEN ist der Ansicht, daß das in den Bronchialdrüsen des Menschen vorkommende freie schwarze Pigment aus dem gelben bis braunen Pigment und dieses aus dem diffusen, gelben bis gelbbraunen Pigment hervorgeht, daß also das erste Stadium der Melanose darin bestehen würde, daß Blutfarbstoff noch mehr unverändert in das Lymphdrüsengewebe ausgetreten ist. / (REBSAMEN *61.*)

/ Das der Innenwand der Lungenbläschen aufliegende Epithel erscheint beim Hund häufig pigmentiert. Bei vielen Tieren sind die Wandungen der Lymphwege durch körniges schwarzes Pigment schon ohne Injektion gekennzeichnet. Das Pigment ist in den wandungslosen Anfängen der Lymphwege zwischen die begrenzenden Bindegewebsbündel körnig eingetragen; da, wo das Lymphgefäß eine selbständige Wand zeigt, in die letztere eingesprengt. / (WYWODZOFF *65.*)

/ Das Lungenpigment findet sich beim Menschen besonders in der Umgebung der Gefäße und zwar ist die Anhäufung des Pigments am stärksten in den Winkeln der Teilung der Gefäße. Die Arterien sind stärker pigmentiert als die Venen. Das Pigment liegt in dem Bindegewebe, welches das Lungenparenchym mit den Gefäßen verbindet, die Wandungen der Gefäße bleiben intakt. Nach FÖRSTER und FRIEDREICH liegt das Pigment in den Zellen des Bindegewebes, nach KÖLLIKER zwischen den Elementen des Gewebes. Nach KOSCHLAKOFF ist es sehr wahrscheinlich, daß das Pigment sich von Anfang an in den Zellen ablagert, welche nachher zerfallen und Pigmenthaufen hinterlassen. Die Bronchien enthalten weniger Pigment als die Gefäße. Die Lungenbläschen sind gewöhnlich pigmentfrei (bei brauner Induration enthalten auch diese runde Pigmentzellen). Die Bronchialdrüsen sind am stärksten pigmentiert. Die Lungenpleura wird ebenso oft als die Lungengefäße pigmentiert. / (KOSCHLAKOFF *66.*)

/ 1858 demonstrierte METTENHEIMER in einer Sitzung des Mikroskopischen Vereins in Frankfurt a. M. an einigen überzeugenden Präparaten, daß das schwarze Pigment in den Lungen nicht, wie manche glaubten, in den Wänden der kleinsten Bronchien, auch nicht längs der Kapillargefäße, sondern hauptsächlich und fast ausschließlich in der Scheide der kleinen Arterien abgelagert werde. METTENHEIMER ist damit zu Resultaten gekommen; welche durch die später erschienene umfangreiche Arbeit von KOSCHLAKOFF bestätigt wurden. Auch etwas entfernter von den kleinen Arterien in dem Bindegewebe, das die verschiedenen Gewebsteile der Lungen miteinander vereinigt, hat METTENHEIMER wie KOSCHLAKOFF, Körnchen schwarzen Pigmentes abgelagert gefunden, doch nie so reichlich, wie in der nächsten Umgebung und be-

sonders an den Gabelungen der kleinen Arterien. Stets bleiben die Kapillargefäße dagegen frei. / (METTENHEIMER *66*.)

/ Gerade über die häufigste Form des Lungenpigmentes, über die feinkörnige verblieb nach der Stellungsnahme VIRCHOWS *66* (siehe oben) Ungewißheit. KNAUFF machte Tierversuche (Einatmen des Dunstes einer rußenden Öllampe). KNAUFF ist der Ansicht, daß die Flimmerzellen der Luftwege eine Schleimmetamorphose durchmachen, welche in der Regel unter Becherbildung vor sich geht, mit nachfolgender Abstoßung. Diese abgestoßenen Becherzellen nehmen nach KNAUFF den eingeatmeten Ruß auf und erscheinen als pigmentierte Zellen im Sputum. Wird längere Zeit Ruß eingeatmet, so finden sich Ablagerungen in den tieferen Atmungsorganen am frühesten in den Lymphdrüsen. KNAUFF kommt daher zum Resultat, daß alles sog. Lungenpigment, welches weder morphologisch noch chemisch sich von Kohle unterscheidet — und so charakterisiert sich eben die in der menschlichen Lunge gewöhnliche Form desselben — auch wirklich Kohle ist, und zwar nicht etwa im Körper gebildet, sondern von außen durch die Respiration eingeführt. (KNAUFF *67*.)

/ Auch O. DE KONRADI beobachtet (wie KNAUFF) bei Tieren (Kaninchen und Hunden) welche er Lampenrauch oder Holzrauch aussetzte, Pigmentablagerungen in den Atmungsorganen. Bei einer stark pigmentierten menschlichen Lunge war der Kohlengehalt auf langen Aufenthalt in durch Ofenrauch rauchigen Räumen zurückzuführen. (DE KONRADI *69*.)

/ F. A. HOFFMANN und P. LANGERHANS fanden nach Injektion von Zinnober (beim Meerschweinchen in die Vena anonyma, beim Kaninchen in eine der Halsvenen oder der Ohrvenen) in Trachea und Larynx Epithel und Knorpel stets frei, öfters dagegen Zinnober im Bindegewebe der Mucosa. Die Lungen zeichneten sich durch einen sehr reichlichen Gehalt an Zinnober aus. Vom 90. Tage an begann eine Abnahme merklich zu werden und bei einem 148-tägigen Tier war in der Lunge nicht mehr als etwa in der Niere nachzuweisen. Die schwarz pigmentierten Zellen der Lunge unterschieden sich meist durch Gestalt und Größe deutlich von den zinnoberführenden und enthielten nie das ins Blut eingeführte Pigment. Ebensowenig ließ sich dasselbe in den Epithelien der Alveolen auffinden. (F. A. HOFFMANN und LANGERHANS *69*.)

/ Die körnigen Epithelzellen zeigen besonders häufig bei erwachsenen Menschen, seltener bei anderen Säugern, die nämlichen kleinen, rundlichen, schwarzen Pigmentkörnchen, welche auch bei jedem nicht ganz jungen Menschen in den Alveolenwandungen, reichlicher in dem die Läppchen des alveolären Parenchyms trennenden, interstitiellen und dem die Bronchien und Gefäße begleitenden adventitiellen Bindegewebe, besonders massenhaft aber in den bronchialen Lymphdrüsen vorkommen, gewöhnlich in rundlichen oder sternförmigen Haufen um helle Kerne gruppiert, seltener diffus zerstreut liegen und den Lungen älterer Menschen das eigentümliche schwarzfleckige Aussehen verleihen. / (F. E. SCHULZE *71*.)

/ NOTHNAGEL fand, daß bei Aspiration von Blut in den Bronchialbaum gesunder Kaninchen die roten Blutkörper mit einer überraschenden Geschwindigkeit in das interstitielle Lungengewebe übertreten. Nach einigen Minuten schon (3—5) kann die Lunge das Bild einer interstitiellen Hämorrhagie darbieten. / (NOTHNAGEL *77*.)

/ SIKORSKY, WITTICH, KÜTTNER, BUHL, SCHWENNINGER, SLAVYANSKY, RUPPERT, KNAUFF, SCHOTTELIUS, ROSENTHAL, LEVIN, VIL-

LARET, CROCQ, V. INS, PERL, LIPMANN, SOMMERBRODT, NOTHNAGEL, LIPPL, TAPPEINER, stimmen darin überein, daß in die Respirationswege eingeführte Stoffe verschiedener Art nicht nur die Lumina der Alveolen erreichen, sondern auch mehr oder weniger weit in das Lungengewebe eindringen. Sehr verschiedener Ansicht sind die Autoren aber darüber, auf welche Weise und an welchen Stellen der Eintritt der Substanzen in das Lungengewebe sich vollzieht.

SCHESTOPAL kommt zum Resultat, daß sich Lungensäcke des Frosches für gelöste und körnige Farbstoffe unter den von ihm getroffenen Versuchsbedingungen durchlässig sind. Die Farbstoffe wurden in den zwischen den Epithel- und Endothelzellen befindlichen Räumen, sowie im Saftkanalsystem des Lungengewebes getroffen, woraus sich schließen läßt, daß dies die Bahnen sind, in welchen die Stoffe von der Oberfläche in das Gewebe und von da aus in die Lymphgefäße und Lymphsäcke abgeführt werden können.

Die Möglichkeit eines Transportes durch Wanderzellen stellt SCHESTOPAL nicht in Abrede, doch ist er der Ansicht, daß man die Bedeutung solcher Vorgänge und die Häufigkeit ihres Vorkommens überschätzt hat. Jedenfalls war man nicht berechtigt, diesen durch Wanderzellen vermittelten Modus des Eindringens von körperlichen Gebilden als einzig bestehenden zu bezeichnen.

Die Stoffe dringen innerhalb bestehender Bahnen (zwischen den Epithelien und von da aus in die Saftbahnen) ein. / (SCHESTOPAL *79*.)

/ Bei der in der Säugerlunge vorkommenden Pigmentierung handelt es sich wesentlich um Ablagerung von Farbstoffen, welche von außen her in die Lungen eingeführt sind. Gerade die peribronchialen, perivaskulären, subpleuralen und mediastinalen Knötchen sind es, welche größere Mengen des eingeatmeten Staubes enthalten als andere Lungenpartien. Die lymphatischen Knötchen stehen zum Lymphgefäßapparat in einer ähnlichen Beziehung wie die Lymphdrüsen; sie sind wie diese in die Lymphbahnen als Filter eingeschaltet. / (J. ARNOLD *80*.)

Nach FREY ist das Lungenpigment des Menschen doppelten Ursprungs. Einmal besteht dasselbe aus dem gewöhnlichen, dunklen Pigment des Organismus, aus Melanin, entstanden aus Blut. Außerdem finden sich Kohlenpartikelchen (Anthrakose). / (FREY *81*.)

/ Namentlich in der Nähe der Lungenränder findet sich bei Pferd und Hund nicht selten Pigmentierung durch aus der Atemluft stammende Kohlenpartikelchen. / (SUSSDORF in ELLENBERGER *84*, auch ELLENBERGER und GÜNTHER *01*.)

/ Durch sehr gründliche pathologisch-anatomische und experimentelle Untersuchungen ist eine Entscheidung in dem Sinne der exogenen Herkunft des „Lungenschwarz" erzielt worden, und es kann nur noch fraglich erscheinen, ob alles schwarze Lungenpigment als exogenes oder aber ein Teil desselben als endogenes, durch Umwandlung von Blutfarbstoff gebildetes zu betrachten sei.

Nach ARNOLD muß die Frage, ob ein Teil des schwarzen Pigments in den Lungen und Bronchialdrüsen hämatogener Herkunft sei, als offene zugegeben werden, während man für einen anderen Teil des Lungenschwarz den exogenen Ursprung als festgestellt betrachten kann. Es wird derselbe mit der Inspirationsluft in die Lunge eingeführt, kann in dieser bis in die Lungenalveolen, ins Lungengewebe und von da auf dem Wege der Lymphbahnen bis zu den Bronchialdrüsen vordringen. Dies gilt aber nicht nur vom Ruß, welcher wohl die ergiebigste Quelle für

das Lungenschwarz abgibt, sondern auch von anderen gefärbten und ungefärbten Substanzen, welche in der Form trockenen und unlöslichen Staubes in die Lungen gelangen. Die große hierher gehörige Literatur siehe bei ARNOLD *85*. Das Verständnis dieser Vorgänge ist uns durch gründliche pathologisch-anatomische Untersuchungen englischer, französischer, belgischer und deutscher Forscher erschlossen. ARNOLD gibt genaue Literaturnachweise für folgende Namen: GREGORY, THOMSON, STRATTON, GIBSON, GRAHAM, MACKELLAR, HAMILTON, CRAIG, GREENHOW, PICK, PEACOOK, WHITSIDE HIME, SYMES THOMPSON, ELAM, UNDERHILL, ANDRAL, RILLIET, CRUVEILHIER, ROBIN, MAURICE, KUBORN, VILLARET, CROCQ, RIEMBAULT, DEMARQUETTE, BOENS-BOISSEAU, ROBERT, FELTZ, HEUGER, PROUST, MANOUVRIEZ, SABIN, POTAIN, FABER, ERDMANN, BROOKMANN, TRAUBE, ZENKER, SELTMANN, LEUTHOLD, MERKEL, BÖTTCHER, HIRT, MEINEL, SENFT, FRANZ u. a. Historische Zusammenstellungen und Erörterungen geben die Arbeiten von ZENKER, SELTMANN, MEINEL, HIRT und MERKEL.

Besonders werden die experimentellen Untersuchungen von MAURICE, CROCQ, VILLARET, LEVIN, ROSENTHAL und die gründlichen Arbeiten von KNAUFF, V. INS, RUPPERT und SCHOTTELIUS erwähnt.

ARNOLD findet bei seinen Untersuchungen, daß nach Staubinhalation die Trachea und die Bronchien der Versuchstiere den Staub sowohl frei in Form einzelner in Schleim eingebetteter Körner und Körnerhaufen, als auch an Zellen gebunden enthalten. Bei Beurteilung dieser Staubzellen hat man nicht nur mit der Möglichkeit der Einwanderung, sondern auch mit derjenigen der Auswanderung zu rechnen. Unter allen Verhältnissen wird man aber bezüglich der Abkunft der in den Bronchien enthaltenen Staubzellen berücksichtigen müssen, daß sie nicht alle aus den Alveolen, sondern, wenn auch vielleicht nur zum kleinen Teil, von der Schleimhaut der Bronchien stammen und ihrem anatomischen Wesen nach lymphoide und epitheliale Zellen sein können. Wie in den Bronchien, so hat man nach ARNOLD auch in den Alveolen zwei verschiedene Formen von Staubzellen — lymphoide und epitheliale — zu unterscheiden. Der Eintritt der staubförmigen Körperchen durch die Alveolenwand erfolgt zwischen den Alveolenepithelien; von hier aus rücken die Staubmassen innerhalb der Saftbahnen gegen die mit eigenen Wandungen versehenen Lymphgefäße vor und dringen endlich in diese ein. ARNOLD hält es für zweifellos, daß ein Übertritt freier nicht an Zellen gebundener Staubmassen von den Lungenalveolen aus in das Lungengewebe, beziehungsweise in die Lymphgefäße stattfindet. Die in die Lungen in Form trockenen Staubes eindringenden Körper können in den pulmonalen Lymphknötchen (bronchiale, peribronchiale und perivaskuläre) in größerer Menge zurückgehalten werden. Über die Bahnen, auf welchen der Staub in die subpleuralen Lymphgefäße hineingelangt, muß man sich die Vorstellung machen, daß derselbe von den subpleural gelegenen Lungenalveolen auf dem Wege der Saftbahnen in diese hineingelangt. Die subpleuralen Lymphknötchen verhalten sich hinsichtlich der Staubablagerung genau so wie die kleinen Formen der pulmonalen Lymphknötchen, auch in den mediastinalen Knötchen werden inhalierte Staubarten wiedergefunden. Der Staub wird am frühesten an den oberen, in größter Menge an den unteren Lappen deponiert, und in beiden Hinsichten ist beim Kaninchen wenigstens die rechte Seite begünstigt. Nach Sistierung der Inhalation vollzieht sich eine Entlastung der Lungen von Staub, welche

proportional der Lebensdauer der Versuchstiere fortschreitet und mit einer mehr oder weniger volltändigen Befreiung der Lungen abschließt.

Ferner konstatierte ARNOLD das Vorkommen eines gelben Pigmentes, welches deutliche Eisenreaktionen gibt, in den Lungen und Bronchialdrüsen der von ihm untersuchten Tiere und bringt die Häufigkeit des Befundes und die Menge des Pigmentes in seinen Tabellen zur Darstellung. In den Lungen kommt dieses Pigment innerhalb der Alveolen frei, häufiger an Zellen gebunden, vor; nicht selten führen die Zellen, lymphoide sowohl als epitheliale, gleichzeitig neben solchen Pigmentkörnchen Staub. Auch im interalveolären, periinfundibulären, peribronchialen und perivaskulären Bindegewebe sind solche Pigmentkörnchen und -Kugeln in bald größerer, bald geringerer Menge wahrzunehmen und zwar in derselben Anordnung wie der Staub und sehr häufig neben diesem, und durchmengt mit ihm, innerhalb derselben Zellen oder mehr parazellulär gelagert. Auch in der Schleimhaut der Bronchien und Trachea ist solches Pigment sehr häufig zu finden und reicht nicht selten bis ans Epithel heran. Nimmt man die Eisenreaktion vor, so sieht man auch zwischen den Epithelien blaue Körnchen, die zuweilen so dicht gelagert sind, daß vollständige blaue Kittleistenzeichnungen entstehen, welche mit den in den Saftbahnen der Schleimhaut enthaltenen blauen Massen kontinuierlich zusammenhängen. Die Bronchialdrüsen enthalten solchen Farbstoff in bald größerer, bald kleinerer Menge, sehr spärlich an der Außenseite, massenhafter und gemengt mit Staub an der Innenseite der Noduli, sowie in den Anfängen der Nodularstränge und der angrenzenden Lymphgänge. Ein wesentlicher Unterschied in dem Verhalten des Staubes und des eisenhaltigen Pigmentes ist dadurch gegeben, daß das letztere immer in größerer Menge in den Lymphgängen vorkommt als der Staub, und weiter gegen die centralen Teile der Nodularstränge und Lymphgänge vorgerückt ist, ja zuweilen dieselben erreicht. In den perinodulären Lymphräumen und den Nodularsträngen sind die Pigmentkörner und -Kugeln meistens an ziemlich große runde Zellen gebunden; in den Lymphgängen dagegen erscheinen sie gewöhnlich in spindelförmige, verästigte oder durch Ausläufer netzförmig zusammenhängende Zellen eingeschlossen. / (J. ARNOLD 85.)

/ FLEINER fand bei seinen Untersuchungen über die Resorption korpuskulärer Elemente durch Lungen und Pleura, daß in den Verzweigungen der Bronchi, soweit dieselben mit Flimmerepithel ausgekleidet sind, inhaliertes Blut sowohl wie Tusche nur in oberflächliche Berührung mit der Schleimhant gekommen waren, während dagegen die genannten Stoffe in den Alveolargängen und Lungenalveolen mit deren epithelialer Auskleidung in viel engere Verbindung traten. Hier haften Körperchen sehr oft zwischen den Alveolarepithelien, vereinzelte liegen schon im Gewebe, ebenfalls wieder zwischen den Alveolarepithelien oder schon tiefer im interalveolären Gewebe, in den Spalten und Saftkanälchen. Die Tuschekörnchen bilden feine Züge zwischen den Bindegewebszellen der Alveolenwand oder längs der elastischen Fasern derselben. In den Verlauf dieser, den Saftkanälchen entsprechenden Züge sind größere und kleinere ganz unregelmäßige Lakunen von spindeliger oder sternförmiger Gestalt eingeschaltet, welche namentlich an den Septawinkeln und in den interlobulären Bindegewebszügen eine ganz augenfällige Größe annehmen. Die durch Ablagerung oder Anhäufung von Tusche oder Blut gekennzeichneten Bahnen lassen sich leicht bis in die lymphatischen Räume im peribronchialen und perivaskulären Bindegewebe und bis in selbständige Lymphgefäße hinein verfolgen, welche gewöhnlich zwischen Lungenarterien-

und Bronchialast gelagert sind. Die korpuskulären Elemente waren in den Saftbahnen, Saftlakunen und Lymphgefäßen der Lunge bis zu den Bronchialdrüsen frei, also nicht etwa an zellige Elemente gebunden: sie wurden demzufolge lediglich durch den Lymphstrom fortgeschwemmt und bedurften auf ihrem Wege keines Vehikels, wie es z. B. Wanderzellen für einen Teil des inhalierten oder abgelagerten Staubes bilden.

ARNOLD glaubt den Befund von Staub in bronchialen Lymphknötchen und in den ihrer Lage entsprechenden Stellen der Bronchialschleimhaut eher so deuten zu dürfen, daß der Staub aus dem Lungengewebe aufgenommen wurde, durch das Knötchen hindurch in die Bronchialschleimhaut wanderte, um von da aus in das Bronchiallumen zur Expektoration ausgeschieden zu werden, als umgekehrt. FLEINERS Versuchsresultate unterstützen diese Ansicht und tun dar, daß die korpuskulären Elemente von der Lunge aus in die bronchialen Knötchen einwandern, während eine Aufnahme von der Bronchialschleimhaut aus in keinem einzigen Falle beobachtet wurde. / (FLEINER *88*.)

/ Das Lungenpigment besteht beim Menschen zum Teil aus wahren Melaninkörnchen, zum Teil aus feinsten Kohlenpartikelchen. Ablagerungsstätten des Pigmentes sind außer dem interstitiellen Bindegewebe auch die Alveolenwandungen, besonders die körnigen Epithelzellen derselben, gewöhnlich auch die Bronchiallymphknoten. / (TOLDT *88*.)

Das Lungenpigment ist in seiner weitaus überwiegenden Menge Rußkohle, wie in neuerer Zeit J. WIESNER (Sitzungsber. d. k. Akad. Wien 1892, Bd. XCI, p. 379) eingehend nachgewiesen hat. (v. EBNER erwähnt auch KOSCHLAKOFF, KNAUFF und DE KONRADI [siehe oben].)

Das Durchdringen des Epithels durch die eingeatmete Rußkohle geschieht nach v. EBNER vorzüglich in den Bronchioli respiratorii und in den Alveolargängen, dagegen in der Regel nicht in den größeren Bronchialästen. Im Innern der Alveolen findet man das Pigment in und zwischen den Epithelzellen, ferner in Zellen eingeschlossen, welche als Leukocyten zu betrachten sind und welche zum Teil eine sehr bedeutende Größe, bis zu 30 μ und mehr (Phagocyten), erreichen. In der Tiefe findet man das Pigment zu dichteren Massen von mannigfaltiger Form und Größe zusammengebacken. Weiterhin findet sich das Pigment, dem Verlaufe der Lymphgefäße folgend, um die kleineren Blutgefäße in den und um die adenoiden Anhäufungen und Lymphknötchen, welche an den Bronchien und subpleural gelegen sind, ferner längs der Bronchialäste bis in die Bronchialdrüsen am Lungenhilus, welche mehr weniger dunkel von der dahin verschleppten Rußkohle gefärbt erscheinen.

Die Staubzellen, welche Kohlenpigment in das Lungengewebe verschleppen, sind wohl sämtlich keine Epithelzellen, sondern das Epithel durchwandernde Leukocyten. Zweifellose Pigmentkörnchen in polygonalen Epithelzellen zu sehen, ist v. EBNER beim Hingerichteten nicht gelungen. (v. EBNER *99*.)

/ Nach KARL BRUCH (Unters. z. Kenntnis des körnigen Pigments der Wirbeltiere. Zürich 1844, p. 26 u. 27) erfolgt die Pigmentation der Lungen mit der Pubertät, doch fand derselbe in einem Fall bereits die Lungen eines achtwöchigen Kindes pigmentiert. / (F. MAAS *90*.)

Zahlreiche Arbeiten beschäftigten sich mit dem Studium der verschiedenen Staubeinlagerungen in Lungen von Erwachsenen oder, wie die von RUPPERT, mit experimentellen Untersuchungen über die Art des Eindringens von Ruß in die Lungen von Tieren. KUSSMAUL berichtete (um dieselbe Zeit wie ZENKER 1866) über Staubeinlagerungen auch in Kinderlungen, sonst kein Autor.

SCHAUMBERG untersuchte 20 Lungen von Kindern im Alter von 8 Wochen bis 4 Jahre 7 Monate. „Obwohl makroskopisch in keinem Fall mit Bestimmtheit eine Rußpigmentierung nachzuweisen war, darf auf Grund vorliegender genauer mikroskopischer Untersuchungen doch die Frage, ob Rußeinlagerungen in Kinderlungen stattfinden, unbedingt bejaht werden." SCHAUMBERG beschreibt die allmähliche Entwicklung der Anthrakosis in seinen verschiedenen Lungenpräparaten.

Im Innern der Alveolen werden die Kohlenstäubchen zunächst „von den Epithelien und von Wanderzellen aufgenommen." Wanderzellen (Staubzellen) spielen beim Transport eine Rolle, aber auch für sich allein mit dem Saftstrom gelangen diese feinsten Partikelchen in das Gewebe und von hier aus mit den Lymphbahnen in die peribronchiale und periarterielle Bindesubstanz und schließlich in die Lymphdrüsen./ (SCHAUMBERG *oo.*)

Es besteht die Frage, ob sich bei Untersuchung des braunen Pigments, welches für die Herzfehlerlungen charakteristisch ist (sogen. braune Lungeninduration) der Nachweis führen läßt, daß die gelben, gelbroten oder rotbraunen Pigmentmassen, für welche E. NEUMANN ihres mikrochemisch nachweisbaren Eisengehaltes wegen den Namen Hämosiderin vorgeschlagen hat, unter Verlust ihrer Eisenreaktion die Beschaffenheit des melanotischen Pigments annehmen können. VIRCHOW glaubte sich 1847 von dieser Umwandlung überzeugt zu haben. Damals neigte jedoch VIRCHOW dazu, auch das gewöhnliche schwarze Lungenpigment aus umgewandeltem Blutfarbstoff abzuleiten und wies die Zurückführung desselben auf von außen in die Luftwege eingeführten Kohlenteilchen zurück. Inzwischen ist aber die anthrakotische Natur dieser gewissermaßen physiologischen Lungenpigmentierung allgemein anerkannt worden. ORTH, ZIEGLER, KAUFMANN denken an eine Umwandlung, und besonders neuerdings M. B. SCHMIDT (Virch. Archiv, Bd. CXV) kommt zum Resultat, daß das Melanin nichts anderes, als ein metamorphosiertes Hämoglobin ist. E. NEUMANN kommt im Gegensatz zu diesen Autoren zum Resultat, daß in den braunen Lungen, abgesehen von den nie fehlenden Kohlenteilchen immer nur ein Pigment vorhanden ist, welches sich von dem an anderen Orten aus Extravasaten hervorgehenden Hämosiderin in keiner Beziehung unterscheidet, es hat eine mehr oder weniger gesättigte gelbe, gelbbräunliche oder rötlichbraune Färbung, ohne jede graue, schwärzliche oder schwarze Beimischung, erscheint häufig sogar ganz farblos, oder wenigstens äußerst blaßgelb, und gibt stets volle kräftige Eisenreaktion, es sticht daher sehr scharf ab gegen die anthrakotischen Partikel. Häufig enthalten Pigmentkörper Kohlenpartikel, wofür NEUMANN zahlreiche Abbildungen gibt. Es handelt sich dabei um Pigmentkörper, welche aus einem zentralen schwarzen Kern und einem denselben umhüllenden, mehr oder weniger breiten und verschieden stark gefärbten Mantel zusammengesetzt sind. Diese Gebilde entstehen, indem sich auf die einzelnen, in den Lungen präexistierenden Kohlenpartikel im Gefolge des pathologischen Prozesses Hämosiderin ablagert. Auch in den Bronchialdrüsen fanden sich derartige Pigmentkörper./ (E. NEUMANN *oo.*)

M. B. SCHMIDT weist darauf hin, daß der Verdacht nicht berechtigt ist, daß NEUMANNS Befunde einen Irrtum in der Deutung von SCHMIDTS Versuchsresultaten aufdecken und die letzteren hinfällig machen. NEUMANN zeigte, daß bei der Herzfehlerlunge des Menschen die Hämosiderinkörner sich häufig um Kohlenpartikel als Zentrum bilden und dadurch eine braunschwarze Färbung erhalten. Er erklärt mit diesem

Befund die Angaben von ORTH, ZIEGLER und KAUFMANN über den Übergang des braunen Pigments der Lungeninduration in schwarze Färbungen, zieht aber ferner auch Konsequenzen für SCHMIDTS Auffassung von der Verwandtschaft der melanotischen Pigmente im allgemeinen mit den Hämoglobinderivaten, welche sich SCHMIDT aus den Experimenten an Kaninchenlungen ergeben hatten. SCHMIDT hat dagegen den Eindruck, daß NEUMANNS Befund die Ergebnisse seiner Versuche (SCHMIDTS) nicht so nahe berührt; denn bei SCHMIDTS Deduktionen, welche auf eine Ableitung des melanotischen Pigmentes vom Hämoglobin hinauskommen, spielt ein etwaiger Farbenwechsel des Hämosiderins vom gewöhnlichen Gelb- oder Rotbraun zum Schwarz des Melanins überhaupt keine Rolle. Durch die Versuche, welche das Schicksal des in die Lungen eingeführten Blutes verfolgten, betrachtet SCHMIDT zweierlei als festgestellt: 1. den Modus der Hämosiderinbildung aus dem Blutfarbstoff (Umwandlung ganzer oder zerteilter roter Blutkörperchen oder freier Hämoglobintropfen zu Pigmentkörnern) und 2. das schließliche Verschwinden der mikrochemischen Eisenreaktion an altem Hämosiderin.

In einem Zusatz zu dieser Arbeit SCHMIDTS weist R. VIRCHOW darauf hin, daß ihn die Abhandlungen von SCHMIDT und NEUMANN veranlassen, auf seine eigenen viel älteren Untersuchungen zu verweisen (Virch. Archiv, Bd. I). VIRCHOW erklärt die damalige Deutung für gegenwärtig nicht überall haltbar. Er trägt kein Bedenken, gewisse Annahmen über schwarze Pigmente, die er damals im ersten Eifer auch aus Blutfarbstoff ableitete, preiszugeben. Einzelne davon sind gewiß auf Kohlenpartikelchen zu beziehen, ob alle, läßt er dahingestellt. Die braunen und gelben Pigmente sind jedoch in VIRCHOWS damaliger Abhandlung auch nach seiner heutigen Ansicht gut beschrieben und ganz zutreffend erklärt. Insbesondere war das, was er damals mit HASSE braune Induration nannte, zweifellos kein pneumonisches Produkt, wofür man es meist hielt, sondern eine hämorrhagische Infiltration, aus der braune oder gelbe Pigmentkörner durch Metamorphose von Blutrot entstanden und liegen geblieben waren. / (M. B. SCHMIDT *oo.*)

Nerven der Lunge.

/ Die Nerven im Lungengewebe sah REMAK bei Säugern in kleine Ganglien anschwellen. / (LEYDIG *57*, p. 375.)

/ HEALE erwähnt Endigungen der vom Pulmonarplexus stammenden Nerven im subpleuralen Gewebe. / (HEALE *62.*)

/ In die Lunge treten zahlreiche Nerven ein und begleiten die Bronchien und Blutgefäße; dieselben stammen vom Pneumogastricus und Sympathicus, welche die Blutgefäße begleiten. Im Verlauf dieser Nerven finden sich zahlreiche Ganglien. Die Ganglien sind am zahlreichsten um die Bronchien an der Lungenbasis. In den Ganglien finden sich markhaltige und marklose Nervenfasern. Markhaltige Nervenfasern versorgen die Bronchialschleimhaut und die Bronchialmuskeln, marklose, wahrscheinlich die Muskelfasern der Blutgefäße und regulieren so die durch die Gefäße fließende Blutmenge. / (STIRLING *76.*)

/ Auch RETZIUS ist es bei älteren Embryonen vom Menschen und von Säugetieren nicht gelungen, die Entwicklung der Nerven der Lunge zu verfolgen. Dagegen gelang es RETZIUS in der Lunge eines 15 cm langen menschlichen Embryo mittelst der Golgischen Methode die Nerven darzustellen. Den Bronchialzweig begleitet ein schmales Bündelchen von Nervenfasern, die sich zur Endverzweigung begeben und sich dort

an den Zweigen mit kurzen, knotigen Seitenästchen und Endästchen verästeln. Die Endästchen der Fasern reichen bis zum Halse der Alveolen; dies scheint die Regel zu sein; selten breiten sie sich auch über die rundlichen, retortenartig erweiterten Alveolen aus; zuweilen geschieht dies über die anliegende Hälfte, fast nie aber über das bombierte Ende derselben.

Was die Bedeutung dieser Nerven betrifft, so ist mit F. E. SCHULZE und TOLDT als fast sicher anzunehmen, daß dieselben zum größten Teile für die Innervierung der Muskelzellen der Bronchien und Bronchiolen bestimmt sind. Die höchstwahrscheinlich vorhandenen sensiblen, d. h. zentripetal leitenden Elemente für die Bronchien und Alveolen, ließen sich nicht nachweisen, ebensowenig eventuelle für die eigentliche Funktion der Lungen bestimmte „Drüsennerven". Dagegen fanden sich hie und da Nervengeflechte an den Blutgefäßen.

Die Bilder von RETZIUS (siehe seine Taf. 19, Fig. 1—4) gebe ich nicht wieder, da sie sich nur auf das embryonale Verhalten beziehen./ (RETZIUS *93a*, p. 41f.)

/BERKLEY hat Kaninchen, Mäuse, graue und weiße Ratten, lauter erwachsene Tiere, untersucht. Die Imprägnationen, welche in der Lunge der grauen Ratte erhalten wurden, waren jedoch die konstantesten, und daher beziehen sich die Angaben BERKLEYS zumeist auf dieses Tier (siehe unten bei Ratte). / (BERKLEY *95*.)

/KALLIUS berichtet über die Untersuchungen der Endigungen der Nerven in den Lungen von RETZIUS *93a* und von BERKLEY *93*.

Es stammen die Nerven der Lunge vom Vagus und Sympathicus, treten in den Hilus ein, verzweigen sich mit den Luftwegen und bilden zwischen den Alveolen ein reichliches Geflecht. RETZIUS konnte bis zum rundlichen Grunde der Alveolen überhaupt keine Nerven verfolgen; und BERKLEY, der wohl reichlichere Färbungen erhalten hatte, ist auch nicht imstande, über das Verhalten der Nerven zum respiratorischen Epithel irgend etwas Bestimmtes auszusagen. Die meisten Nerven sind sicher, wie das auch RETZIUS klar hervorhebt, für die glatte Muskulatur der Bronchien, Bronchioli und der Gefäße bestimmt. Außerdem könnten theoretisch noch sensible und sekretorische Fasern an den Alveolen endigen, deren physiologischer Nachweis aber fehlt. Daß in der Schleimhaut der Bronchien sensible Endigungen sind, ist ein Postulat wegen der reflektorischen Auslösung des Hustens von diesen Stellen aus./ (KALLIUS *95*.)

Entwicklung der Säugetierlunge.

Über die Entwicklung der Säugetierlunge vergleiche GÖPPERT *02* in O. HERTWIGS Handbuch und das oben p. 192 ff. Mitgeteilte. Auch viele Lehrbücher der Entwicklungsgeschichte des Menschen gründen zum Teil auf Beobachtungen an Säugetieren. Spezielle Angaben finden sich auch unten der Besprechung der Lunge der einzelnen Säugetiere und des Menschen beigefügt.

/Wie v. BAER zuerst fand und wie BISCHOFF und REMAK bestätigten, bilden sich die Lungen als Ausstülpungen aus dem Darmrohr. BISCHOFF fand (wie v. BAER und REMAK am dritten Tage beim Hühnchen) bei Hundeembryonen, bei denen eben die Leber sich bildete und die Allantois und die vorderen Extremitäten hervorgetreten waren, die Lungen in ihrer ersten Form als zwei dicht beisammen gelegene, hohle, am Schlunde aufsitzende Fortsätze der Darmwände. Doch scheint nach REMAK eine ein-

fache hohle Auftreibung diesen zwei Fortsätzen noch voranzugehen. Die Ansatzstelle am Schlunde zieht sich dann zu einem einfachen Kanale aus, der bald länger wird und die Anlage von Kehlkopf und Trachea darstellt. Die vom Lungenepithel gebildeten Blindsäcke sind noch nicht die Luftzellen, sondern die Bronchien.

Weitere Untersuchungen hat KÖLLIKER am Menschen angestellt und gibt eine eingehende Schilderung, aus welcher hervorgeht, daß die Bronchien und Luftbläschen vom ersten Anfange ihrer Entwicklung bis zum Ende derselben beständig hohl sind.

Die Epithelwucherung erfolgt durch Vermehrung der Epithelzellen selbst. Die Faserschicht des Darmes liefert die Fasern, Knorpel, Gefäße, Nerven etc. Die anfänglichen blinden Enden des Epithelrohres entsprechen nicht den Lungenbläschen, sondern werden zu den Bronchien. Erst von dem Zeitpunkte an, wo Pflasterepithel in den Enden auftritt, also vom sechsten Monat an wird man von Lungenbläschen reden dürfen, obschon KÖLLIKER nicht leugnet, daß schon viel früher blasige Enden der Bronchien sich finden, die ganz an Lungenbläschen erinnern. Auch die Lungenbläschen sind natürlich Ausstülpungen der Bronchialenden, hervorgegangen aus den letzten Wucherungen der primitiven Drüsenbläschen. / (KÖLLIKER *50/54*.)

/ CADIAT kommt auf Grund seiner Untersuchungen an der Lunge vom Schaf zu Resultaten, nach denen sich das Lungenparenchym in folgender Art bildet. Die ersten Kanäle, welche erscheinen bis dahin, wo der Embryo vom Schaf 12—15 cm erreicht hat, stellen Bronchien dar, das Läppchen existiert noch nicht. Diese Bronchien bilden sich vermittelst Seitenknospen, welche auf der Wand des Hauptganges entstehen. Zuerst massiv, höhlen sich diese Knospen rasch, als einfache Spalte, welche sich allmählich erweitert, aber besonders im Endteil derart, daß sich eine Ampulle am Ende des Bronchialganges bildet. Wenn die Ampulle gebildet ist, hat die Knospe ihre Entwicklung vollendet: sie wächst dann nur noch in allen Dimensionen. In dieser Tatsache ist die Ursache der zahlreichen bronchialen Unterabteilungen bei der ausgebildeten Lunge zu suchen. Das Läppchen entsteht vom Epithel der Bronchialwände und nach demselben Prozeß. Es erscheint also als eine massive Masse, herrührend von allen Bronchialästen, welche das Zentrum des Läppchens einnehmen. Kaum gebildet, spaltet es sich in derselben Weise wie der Bronchialgang. Diese Spalten werden von Reihen von Epithelzellen begrenzt, welche sich mit ihren Rändern zu zusammenhängenden Blättern verbinden. Die intralobulären Spalten erweitern sich stets; so entsteht der Moment zu dem die Lunge zur Hämatose geeignet ist, wo das Läppchen also besteht aus:

1. den intralobulären Bronchien,
2. den weit offenen Alveolarkanälen,
3. den durch ihre Flächen getrennten und durch ihre Ränder verbundenen aufeinander gedrängten Haufen von Epithelzellen, welche sich beim ersten Atemzug voneinander entfernen werden, um die Alveolenwände zu bilden. / (CADIAT *77 b*.)

/ Die Lunge mit Luftröhre und Kehlkopf legt sich ziemlich früh (beim Schafembryo am 18. Tag) als ventrale rinnenförmige Ausstülpung des Schlunddarmes dicht hinter der unpaaren Schilddrüsenanlage an. Das seitlich etwas aufgetriebene Ende der Lungenanlage treibt beiderseits zwei kleine epitheliale Schläuche, die primitiven Lungenschläuche, oder die Anlage der Lungenflügel hervor, die, von einer dicken Binde-

gewebsschicht umhüllt, unmittelbar hinter dem Herzen liegen und in kaudaler Richtung in die Pleurahöhle einwachsen (siehe Fig. 322).

Die durch einen Spalt noch kommunizierenden Anlagen der Luft- und Speiseröhre trennen sich dann durch eine in kaudokranialer Richtung fortschreitende Abschnürung bis auf die zum Kehlkopfeingang werdende Spalte. Der Kehlkopf entsteht aus einer Anschwellung des Anfangsstückes der Luftröhre, in welchem bald, ebenso wie in der Luftröhre selbst. Knorpel auftreten. Der Kehldeckel bildet sich durch Wucherung an der Innenfläche des 3. Visceralbogens. Die Kehlkopfhöhle ist vorübergehend durch Epithelwucherung verstopft.

Die primitiven Lungenschläuche verjüngen sich an ihrer Abgangsstelle von der Luftröhre, während sich ihr freies Ende kolbenförmig verdickt und epitheliale Ausstülpungen in die Bindegewebshülle treibt, die sich blasig erweitern. Damit bekommt die Lungenanlage Drüsenbau und ist beiderseits asymmetrisch, indem sie linkerseits meist drei, rechterseits aber meist vier oder fünf Knospen bildet, durch welche die Grundlage für die Hauptlappen der linken und rechten Lunge gegeben ist. Die weitere Sprossung geschieht nach dichotomischem Typus. Die kolbigen

Fig. 322.

Fig. 323.

Fig. 322. **Lunge vom Katzenembryo** von 1 cm Länge; etwas vergrößert, die epithelialen Teile schwarz, die Mesenchymhülle hell. (Nach BONNET *91*.)

Fig. 323. **Terminaler Bronchus eines vier Monate alten Rindembryo.** Vergrößert. (Nach BONNET *91*.)

Lungenbläschen (siehe Figur 323) liegen anfangs nur an der Oberfläche der Lunge um die Bronchien herum, später treten sie auch im Innern der Lunge auf. Die Lungenalveolen entstehen in Gestalt massenhafter, an den Enden des Bronchialbaumes und der primitiven Lungenbläschen auftretender Ausbuchtungen, die durch weite Öffnungen mit dem Alveolengang kommunizieren. Ihre epitheliale ,zuerst zylindrische oder kubische Auskleidung plattet sich infolge des Atmens beim Neugeborenen rasch ab und besteht aus kleinen gekörnten und hellen großen endothelartigen flachen Zellen. In den Bronchien bleibt das Epithel zylindrisch oder kubisch und erhält einen Besatz von Flimmerhaaren.

Der Bindegewebsüberzug der Lungen liefert, abgesehen von der Lungenpleura und vom interstitiellen Bindegewebe, auch die glatte Muskulatur und die elastischen Fasern der Lunge. (BONNET *91*.)

WEBER und BUVIGNIER *03e* entnehme ich die folgende Zusammenstellung über die **erste Anlage** der Säugetierlunge.

KÖLLIKER (Entwicklungsgeschichte, 1. Aufl., Leipzig 1876) sah beim Kaninchen zwei Ausstülpungen des Darmrohres, welche sich im Laufe der Entwicklung an ihrer Basis vereinigten und so die Trachea entstehen ließen.

STIEDA *78* fand in älteren Stadien die Hauptbronchien als zwei zylindrische und hohle Knospen am Rudiment der Trachea.

Uskow (Bemerkungen zur Entwicklungsgeschichte der Leber und der Lungen, Arch. f. mikr. Anat., 1883, Bd. XXII) gibt Abbildungen vom Kaninchenembryo von 7 Tagen, welche die Lungenanlage als ventrale Anschwellung des Kopfdarmes zeigen.

His *85* und *87* betrachtet, Uskow folgend, die Lungenanlage als unpaar.

Fol (Étude d'un embryon humain mesurant cinq millimètres six dixièmes. Recueil zoolog. suisse, T. I, 1884) findet den Ursprung der Lungen beim menschlichen Embryo in der Form lateraler Divertikel des Kopfdarmes unmittelbar hinter dem letzten Paar der entodermalen Kiementaschen.

Willach *88* findet bei Mus sylvaticus und Mus decumanus die paarige und bilaterale Lungenanlage zuerst durch eine epitheliale Verdickung der entodermalen Schicht des Darmes gebildet. Diese Reliefs entstehen auf der latero-ventralen Wand des Darmes, d. h. auf der Lungenrinne von His.

Robinson *89* findet die von His und Willach angegebene Anordnung der ersten Lungenanlage bei Ratte und Maus wieder.

Stoss (Vergleichend anatomische Untersuchungen über die Entwicklung des Verdauungskanals der Wiederkäuer. Deutsche Zeitschr. f. Tiermedizin und vergleichende Pathologie, 1889, Bd. XVI — und: Untersuchungen über die Entwicklung der Verdauungsorgane, vorgenommen an Schafembryonen, Inaug.-Diss., Leipzig 1892) stellt dasselbe für Kaninchen und Schaf fest.

D'Hardiviller (Schaf, 1897) und Narath (Echidna, 1896) untersuchten nur spätere Stadien.

Nicolas et Dimitrova *97* nehmen an, daß beim Schaf die früheste Lungenanlage eine ventrale Rinne ist. Die ersten Spuren der Hauptbronchien erscheinen als hohle Knospen, entstehend von dem dorsalen Teil der lateralen Flächen dieser Rinne.

Justesen und F. Moser bringen nichts über die ersten Stadien der Lungenentwicklung bei Säugetieren.

Nach Narath *01* beginnt beim Meerschweinchen und beim Kaninchen die Lungenentwicklung mit einer lateralen Abplattung des Kopfdarmes, das Darmrohr wird in diesem Niveau im Querschnitt rautenförmig. Eine Modifikation der Epithelwand geht der Individualisierung der Laryngotrachealrinne voraus. Eine unpaare und mediane Rinne stellt die erste Lungenanlage dar, welche zwei hohle und seitlich asymmetrische Knospen entstehen läßt.

Weber und Buvignier haben Miniopterus (auch Ente und Huhn) untersucht. Sie kommen wie alle neueren Autoren zum Resultat, daß die Lungenanlage ursprünglich paarig und bilateral ist, aber sie wenden sich gegen die Ansicht, daß die Trachea im selben Moment, vielleicht vor der Entstehung der Hauptbronchien erscheint. Sie nehmen keine Lungenrinne an, sie nehmen an, daß das Laryngealrohr als Abschnürungserscheinung vor den primitiven Lungenknospen entsteht, ganz ein ventraler Abschnitt des ursprünglichen Kopfdarms./ (Weber und Buvignier *03c*.)

/Weber und Buvignier finden, daß sich die Lunge von Miniopterus Schreibersii abhängig von einem Abschnitt des Darmrohres entwickelt, welcher auf die Kiemenregion folgt. Sie bildet sich nach dieser letzteren und besitzt sehr differente Charaktere. Die Lungen erscheinen unter der Form von Erhebungen, benachbart dem ventralen Rand dieses Darmteils. Die linke erscheint zuerst, sie findet sich in Beziehung mit

einem Kamm, welcher von der letzten Kiementasche herabsteigt und den lateralen primitiven Rand des Kopfdarmes darzustellen scheint, eine Beziehung, welche von KASTSCHENKO und WEBER und BUVIGNIER bei den Vögeln angegeben wurde. Erscheinungen von Einschnürung, welche WEBER und BUVIGNIER studieren konnten, bilden dieses sehr frühzeitige Rudiment in jene Anlage um, welche die Autoren bei den Säugetieren angegeben haben. / (WEBER et BUVIGNIER *03a.*)

Über die **Entwicklung des Epithels der Lunge** (auch der Atmungswege) siehe die Ergebnisse von JALAN DE LA CROIX *83*, G. LAGUESSE *85* und TOURNEUX *85*, welche unten bei Rind, Schaf und Mensch zur Darstellung kommen.

/ Gegenüber den Angaben von SCHULZE und FREY, denen STIEDA zustimmt, von der Existenz eines platten Epithels in der fötalen Säugerlunge, behauptet KÜTTNER *76*: Die Alveolen der embryonalen Lunge sind mit kubischem Epithel ausgekleidet — erst durch die erste Atmung werden die kubischen Zellen zu Pflasterzellen. Nach STIEDA *78* hat KÜTTNER den Nachweis, daß die Alveolengänge und Alveolen der embryonalen Lunge wirklich kubisches Epithel besitzen, nicht geführt. Nach STIEDA waren vielmehr beim Schaf Embryonen von 250 mm und bei großen Rindsembryonen, die provisorischen Lungenbläschen nebst den zuführenden Bronchialkanälen mit einfachem Zylinderepithel ausgekleidet; die ausgebuchteten, blind endigenden Kanäle sind von einem einfachen Plattenepithel überzogen. STIEDA betont die Anwesenheit eines ganz niedrigen Plattenepithels innerhalb der Alveolengänge und der Alveolen, in dem oben bezeichneten Stadium der Lunge besonders. Auch SCHULZE (*71* in STRICKER) und FREY (Histologie, 5. Aufl., 1876) finden plattes Epithel in den Alveolen des Fötus.

Eine damals diskutierte Hypothese von BOLL und BUHL, daß das Alveolenepithel nicht die Bedeutung eines echten Epithels, sondern die eines an der Innenfläche der Alveolenwand sich ausbreitenden Lymphgefäßendothels habe, vermag STIEDA nicht zu bestätigen, sondern redet im Gegenteil einem direkten Zusammenhang zwischen dem Bronchialepithel und dem Alveolenepithel das Wort.

Das Epithel der provisorischen Lungenbläschen ist nach STIEDA bei Schafembryonen bis zu 16 mm Länge entschieden ein geschichtetes, was bei Schafembryonen von 23 mm Länge zweifelhaft ist; hier scheint es sich schon um einschichtiges Epithel zu handeln. Bei Schafembryonen von mindestens 80 mm, Kaninchenembryonen von 70 mm, bei Rindembryonen, deren Kopf 50—60 mm lang war, weisen die größten Kanäle ein geschichtetes Epithel auf, die epitheliale Auskleidung der kleinen Bronchialzweige und der provisorischen Lungenbläschen dagegen besteht aus einer einfachen Schicht zylindrischer Zellen.

Bei Schafembryonen von 120 mm Länge an treten glatte Muskelfasern unter dem Epithel auf.

In Lungen von Schafembryonen von 250 mm sind keine provisorischen Lungenbläschen mehr zu sehen, die jetzt vorhandenen ausgebuchteten, blind endigenden Kanäle sind von einem einfachen, ganz niedrigen Plattenepithel überzogen. Diese Kanäle sind schon die SCHULZEschen Alveolengänge mit ihren Alveolen. / (STIEDA *78.*)

/ Das respiratorische Epithel entsteht bei den Haussäugetieren aus dem kubischen Epithel beim Embryo durch Dehnung, Abplattung und Verschmelzung einzelner Zellen untereinander zu großen, kernlosen Platten. / (ELLENBERGER und GÜNTHER *01.*)

/ Über die Frage, ob es sich in der embryonalen Säugerlunge um ein einschichtiges oder um ein mehrschichtiges Epithel handelt, stellt FANNY MOSER die Literatur zusammen. Nach STIEDA ist das Epithel geschichtet, ebenso nach POUCHET und TOURNEUX, während KÖLLIKER die Frage offen läßt. Im Gegensatz dazu steht KÜTTNER. MOSER selbst unterstützt die Anschauungen KÜTTNERS, wie es sich auch in der Amphibien-, Reptilien- und Vogellunge beim Embryo überall ausschließlich um einschichtiges Epithel handelt. NARATH dürfte sich also getäuscht haben, wenn er in der Echidnalunge ein mehrschichtiges Zylinderepithel angibt. / (MOSER *02*.)

Mir scheint diese Kontroverse insofern überflüssig, da es sich um ein hohes Zylinderepithel handelt, welches bekanntlich von den einen Autoren als einschichtig, von anderen als mehrschichtig bezeichnet wird. Frage kann hier nur sein, ob einzeilig oder mehrzeilig.

Monotremata.

Das makroskopische über die Monotremenlunge bieten neben weiteren oben p. 358 erwähnten Werken HOME *02b*, HOME *02a* (Ornithorhynchus), MECKEL *33*, C. MAYER *52*, LECHE in BRONN *unvoll.*, Bd. VI. 5. 1.

Echidna. NARATH untersuchte die Entwicklung der Lunge von Echidna:

/ Bei dem jüngsten der von NARATH untersuchten Echidnaembryonen hatte die Lunge bereits das erste Stadium der Entwicklung, die Bildung der Trachea und der beiden primitiven Lungensäckchen hinter sich, und man erkennt schon an den Stammbronchien die ersten Anlagen von Bronchialverzweigungen. Es besteht schon bei diesem jüngsten Stadium eine ziemlich hochgradige Asymmetrie der beiden Lungenanlagen und zwar prävaliert die rechte in jeder Beziehung über die linke. Bis zur Geburt des Tieres sind zwar alle Seitenäste des Stammbronchus entwickelt, aber die weitere Verzweigung dieser ist noch nicht zum Abschluß gebracht und die Bildung von definitiven Alveolen hat noch gar nicht begonnen. Das Junge wird also mit einer embryonalen, noch lange nicht fertig entwickelten Lunge geboren und ist gezwungen, mit dieser zu atmen. Die Lungen des Beuteljungen von Echidna lassen eine gewisse Ähnlichkeit mit Reptilienlungen nicht verkennen. Doch erscheint das Bild der embryonalen Lunge dadurch fast ganz verwischt, daß alle Hohlräume der epithelialen Lungenanlage eine ganz außergewöhnliche Erweiterung erfahren haben, mit Ausnahme der Wurzelstücke der gröbsten Bronchien. Beuteljunges: „Die Stammbronchien und die Wurzelstücke der gröbsten Seitenbronchien besitzen noch ihr Zylinderepithel, welches jedoch weniger geschichtet und auch weniger hoch ist als früher. Gegen die periphere Verzweigung zu wird die Epithellage eine einschichtige, die Zellhöhe eine geringere. Es geht so das Zylinderepithel in ein kubisches über, aber auch dieses wird noch niedriger, und es kleidet schließlich eine dünne, einfache Schicht von platten Zellen alle Lufträume aus. Genaueres über diese Art von Epithel auszusagen, ist wegen der schlechten Konservierung nicht möglich."

Vor der Geburt sind zwar alle Stockwerke der Lunge angelegt, aber die einzelnen Bronchien besitzen nur kurze, kolbige Seitenzweigchen oder Knospen, hingegen keine Spur von Alveolen. Mit dem ersten Atemzuge tritt eine ganz gewaltige Aufblähung der Lunge ein.

Aus den verschiedenen End- und Seitenknospen, sowie kleinen Seitenbronchien werden geräumige, zellenartige Lufträume, die jetzt die Stelle von

Alveolen versehen müssen. Die Lungen besitzen nun ein sehr lockeres, schwammiges Gefüge und lassen bei oberflächlicher Betrachtung eine gewisse Ähnlichkeit mit einer Reptienlunge nicht verkennen. Bei genauerer Untersuchung kann man sich allerdings nicht verhehlen, daß doch wesentliche Unterschiede zwischen der Reptilienlunge und der Echidnalunge bestehen. „Bloß eines ist beiden gemeinsam, nämlich die weiten Lufträume, die man bei den Lungen von Placentaliern bis jetzt noch nicht gefunden hat. Aber auch diese Räume sind bei Echidna ganz anders gebaut und entstehen auch auf ganz andere Weise als bei den Reptilien, so daß die Ähnlichkeit als eine nur äußerliche und zufällige aufzufassen ist."

Nach SELENKA (Studien über die Entwicklungsgeschichte der Tiere. Heft IV: Das Opossum, Dipelphys virginiana. Wiesbaden 1887) dauert bei Didelphys virginiana die Trächtigkeit nur $7^5/_6$ Tage. Die Anlage der Lungenflügel erfolgt am fünften Tage. Die Zeit von drei Tagen ist zu kurz, um die Lungenentwicklung bis zur Bildung von Alveolen zum Abschlusse zu bringen. Es werden daher nur „einige Dutzend geräumiger Luftkammern als provisorischer Atemapparat" ausgebildet, und die Jungen werden mit zwei weiten Lungensäcken geboren. SELENKA meint, daß bei dieser sonderbaren Entwicklungsgeschichte der Opossumlunge auch Vererbungen mit im Spiele sind, denn die Lunge des Neugeborenen besitzt ganz die Gestalt der Reptilienlunge. NARATH pflichtet hierin SELENKA nicht bei. Die Bildung des Bronchialbaumes erfolgt bei Echidna genau nach denselben Gesetzen wie bei den übrigen Säugern, und das fertige Produkt, die Lunge des erwachsenen Tieres, unterscheidet sich im wesentlichen nicht von der Lunge der Placentalier.

Die „Erweiterung" bildet nur eine Episode in dem sonst einheitlichen Entwicklungsgange der Lunge und beruht auf einer sekundären Anpassung an äußere Verhältnisse der Art; NARATH mag darin nichts „Reptilienartiges" erkennen und glaubt, man darf daraus keine Schlüsse auf die Phylogenese der Säugerlunge ziehen. Anders steht es, wenn man die Form der Echidnalunge während der ersten Entwicklungsperiode in Betracht zieht. Hier könnten die großen, weiten Lungensäckchen wohl den Gedanken an eine gewisse Reptilienähnlichkeit aufkommen lassen./ (NARATH *96*.)

/Die Ähnlichkeit der Echidnalunge mit der Reptilienlunge ist nicht eine bloß „äußerliche und zufällige", wie NARATH annimmt, sondern eine viel tiefer liegende, in der ganzen Entwicklung der Lunge begründete./ (MOSER *02*.)

/Echidna aculeata var. typ. Während wir bei den höheren und höchsten Säugetieren oft zu sehr komplizierten Untersuchungsmethoden, z. B. zur Plattenmodelliermethode, greifen müssen, um die verzweigten Lufträume in ihre Komponenten aufzulösen, lassen sich die hier vorhandenen Einheiten bei den Monotremen, besonders bei Echidna, in günstig gewählten Schnitten verhältnismäßig leicht erkennen. Besser als lange Beschreibungen kann dies ein Blick auf Fig. 324 und 325 (letztere vom Beutelfötus) dartun.

Diese beiden und die im folgenden von anderen Tieren gegebenen ähnlichen Figuren stellen Umrisse von Lufträumen in den Lungen einiger von mir untersuchter Säugetiere dar. Im allgemeinen wurden Schnitte gewählt, in denen die Verlaufsrichtung der Lufträume in größerer Ausdehnung in der Schnittebene sichtbar war und bis zur Lungenoberfläche (welche in den Figuren durch eine Linie angedeutet ist) verfolgt werden

konnte. Soweit sich ein Bronchialepithel erkennen ließ, wurde dies durch doppelten Kontour angedeutet. Mit dem Aufhören des doppelten Konturs wäre also der Beginn des respiratorischen Epithels zu setzen, welches nur als einfacher Kontur erscheint. Natürlich können diese je aus

Fig. 324. Fig. 325.

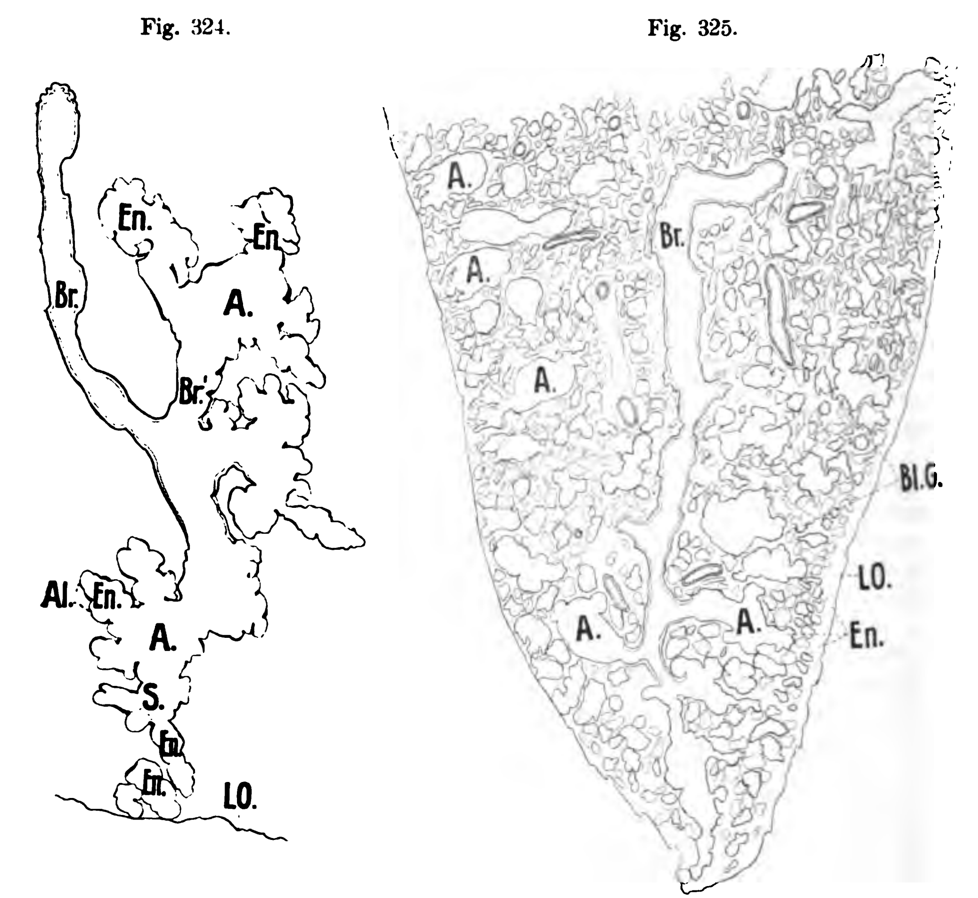


Fig. 324. **Lunge von Echidna aculeata var. typica.** Die Figur zeigt die Endverzweigungen eines Endbronchus, soweit dieselben im Schnitt getroffen sind. In dieser Figur treten infolge von Resorzin-Fuchsin (Weigert)-Färbung die elastischen Fasern schon bei der gewählten Vergrößerung deutlich hervor. Die Stellen, welche besonders reich an elastischen Fasern sind, so z. B. die Firsten der Alveolensepten (*S*), wurden durch Verstärkung des Randkonturs hervorgehoben. *Br* Bronchus, *Br'* Bronchiolus respiratorius, *A* Atrium, *En* Endstücke, *Al* Alveolen, *LO* Lungenoberfläche. Vergr. 28fach, reduziert auf $^9/_{10}$.

Fig. 325. **Lunge vom Beutelfötus von Echidna.** Es sind sämtliche Lufträume wiedergegeben, welche in dem gezeichneten Schnitte vorhanden waren. *Br* Bronchus, *A* Atria, *En* Endstücke, *LO* Lungenoberfläche, *BlG* Blutgefäße. Vergröß. 28fach, reduziert auf $^9/_{10}$.

einem Schnitt entnommenen Zeichnungen nicht so viel zeigen wie eine Rekonstruktionsfigur. Wir sehen eben nur das, was in einer Ebene des Raumes liegt, können also z. B. nicht ersehen, wie viele Endstücke schließlich in das Verzweigungssystem eines Endbronchus gehören. Auf derartige Zahlenangaben, welche ja bereits für verschiedene Säugetiere und den Menschen vorliegen, möchte ich aber nicht zu viel Wert legen.

weil die kleinsten Lungenläppchen (Verzweigungssysteme eines Endbronchus) an verschiedenen Stellen der Lunge wohl eine wechselnde Größe aufweisen dürften, womit dann auch die Anzahl der vorhandenen Elemente wechseln wird.

Jedenfalls aber zeigen schon meine Abbildungen von der Echidnalunge, daß der Verzweigungsmodus so weit mit dem bei höheren Wirbeltieren vorhandenen übereinstimmt, daß die letzten Zweige der Bronchien zu erweiterten Räumen (den sogenannten Atria) führen, von denen dann die Endstücke (Infundibula, Sacculi alveolares der älteren Autoren) ausgehen. Ductuli alveolares ließen sich kaum abgrenzen. Dagegen sind die letzten Verzweigungen der Bronchien als Bronchioli respiratorii zu bezeichnen, da deren Wand häufig bereits z. B. einerseits Alveolen trägt (s. Fig. 324). Dieselben Verhältnisse zeigt auch die Abbildung, welche ich aus der Lunge vom Beutelfötus von Echidna (s. Fig. 325) gebe. Die Lunge dieses Beutelfötus unterscheidet sich von der des erwachsenen Tieres einmal dadurch, daß die einzelnen Abschnitte des Lungenläppchens (bei derselben Vergrößerung gezeichnet) kleiner sind als beim erwachsenen Tier. Ferner aber treten die Endstücke in ihrer räumlichen Ausdehnung im Vergleich zum Erwachsenen den Atria und Bronchioli gegenüber entschieden zurück. Immerhin sind sie so weit entwickelt, daß ich annehmen möchte, der betreffende Beutelfötus habe in erster Linie vermittelst seiner den Endstücken (Infundibula) angehörigen Alveolen (also nicht etwa ausschließlich mit den Atrien) geatmet.

Hand in Hand mit dieser Anordnung des Lungenbaues geht nun auch das Verhalten der die erwähnten Einheiten aufbauenden Gewebe. Die kleineren Bronchien (etwa 1—1,5 mm Durchmesser), wie sie sich bei der erwachsenen Echidna noch in Lungenstücken von ca. 1 qcm Fläche im Schnitt finden, zeigen ein zylindrisches Epithel, das in Falten gegen das Lumen vorspringt. Diese Falten enthalten stärkere Ansammlungen von elastischen Fasern der vorzugsweise längsverlaufenden subepithelialen elastischen Faserschicht. Nach außen folgt eine ziemlich dicke (sechs bis acht Muskelzellen nebeneinander) Schicht glatter Muskelfasern. Diese Muskelschicht wird mit dem umgebenden Alveolengewebe durch lockeres Bindegewebe verbunden. Knorpel und Drüsen sah ich in solchen Bronchien nicht mehr. Dagegen fanden sich Lymphzellanhäufungen in der Bronchialwand. Zum größten Teil außerhalb des Bronchus in dessen Adventitia gelegen, reichten dieselben, die elastische Faserschicht auflockernd, ins Epithel hinein, so daß die basale Grenze der Epithelzellen undeutlich wurde, wenn sich auch die aneinanderschließenden Epithelzellen, das Lumen des Bronchus begrenzend, noch erkennen ließen (vergl. die oben p. 607 gegebene Figur). In den kleineren Bronchien (unter 1 mm) wird die Muskelschicht dünner, erhält sich jedoch noch kontinuierlich, ebenso die Falten der Mucosa. Das Epithel wird niedriger, allmählich kubisch, um dann rasch unter Vermittelung einiger platten Zellen (deren Höhe sich räumlich noch erkennen läßt) in das Alveolarepithel überzugehen, das am nicht versilberten Präparat nur als eine den inneren Alveolenkontur darstellende Linie erscheint. Die Alveolenwände schließen sich mit den benachbarten Alveolenwänden dicht zusammen. Mit dem Auftreten der platten Zellen hört die Muskulatur auf, die Verzweigung des Rohres wird eine starke, vielseitige. Die elastischen Fasern setzen sich nach dem Aufhören der glatten Muskulatur zunächst noch eine Strecke weit auf die nächsten Verzweigungen fort, indem sie sich etwas auflockern. Mit dem Auftreten der Alveolen gehen die elastischen Fasern in jenes

feingesponnene elastische Flechtwerk über, welches das Stützgewebe der Alveolen der Endstücke in erster Linie bildet (**siehe Fig. 14 u. 15 auf Taf. II**). Dasselbe ist bei Echidna gut entwickelt und enthält stärkere und feinere elastische Fasern, welche sich nach der WEIGERTschen Resorcin-Fuchsin-Methode darstellen ließen und in den wiedergegebenen beiden Figuren in blauer Farbe erscheinen. Schon bei mittlerer Vergrößerung springen an solchen WEIGERT-Präparaten die quergeschnittenen Firsten der Alveolensepten als dunkel gefärbte kurze Stäbchen ins Auge, und es ergibt sich bei näherer Untersuchung, daß die einzelnen Alveolenmündungen von stärkeren Ringen elastischen Gewebes umfaßt sind. Schwächere Züge umfassen aber überall den Grund jeder Alveole schalenförmig.

Dabei zeigt sich jedoch, daß die Wand einer Alveole ihre elastischen Fasern nicht nur von einem einzigen, sie ringförmig umschließenden Septum bezieht. Vielmehr ziehen zu einer solchen Alveole auch elastische Faserzüge von Septen benachbarter Alveolen, wie dies in **Fig. 15** auf **Taf. II** bei *e'* angedeutet ist. Es ist letzteres ein Verhalten, das sich bis herauf zum Menschen verfolgen läßt und das den Zusammenhalt und die Dehnbarkeit des Lungengewebes besonders unterstützt.

Auch beim Beutelfötus von Echidna sind die verschiedenen Gewebe bereits angelegt, wenn sie auch noch nicht jene starke Entwicklung erreichen wie beim erwachsenen Tier. Die glatten Muskelfasern um die letzten Bronchien sind deutlich, und die elastischen Fasern, so besonders das die Atria auskleidende und die Alveolensepten krönende elastische Fasernetz läßt sich auch hier schon mit Resorcin-Fuchsin aufs deutlichste zur Darstellung bringen.

Fig. 326. Fig. 327.

Fig. 326 und 327. **Lunge von Ornithorhynchus anatinus.** Atrien (*A*) und Endstücke (*En*) nahe der Lungenoberfläche *LO*. *Al* Alveolen. Vergr. 28fach, reduziert auf 9/10.

Ornithorhynchus anatinus: Der Bau der Lunge von Ornithorhynchus stimmt in hohem Grade mit der Schilderung überein, welche oben von der Echidnalunge gegeben wurde. Die Fig. 326 und 327 zeigen die Anordnung der Endverzweigungen (Atria und Endstücke). Die räumliche Abgrenzung der Atria ist auch hier an vielen Stellen sehr deutlich. Die elastischen Fasern ließen sich vermittelst Resorcin-Fuchsin zur Darstellung bringen. / (OPPEL *05*.)

Marsupialia.

Makroskopische Angaben über die Marsupialierlunge bieten MECKEL *33*, C. MAYER *52*, LECHE in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, 5, 1 und weitere oben p. 358 genannte Werke.

/ SELENKA (E. Studien zur Entwicklungsgeschichte der Tiere. Heft 4. 1887) beschreibt bei Didelphys virginiana die Lungen bei der Geburt als mit einigen Dutzend geräumiger Luftkammern, welche einen provisorischen Atemapparat darstellen, versehen. / (LECHE in BRONN, *unvoll.* Bd. VI, 5. 1.)

Aepyprymnus rufescens: / Auch in der Lunge von Aepyprymnus rufescens gehen die letzten Bronchialverzweigungen in Atria über, von

denen dann die Endstücke abzweigen. Das elastische Gewebe ist auch hier gut entwickelt, wie sich mit der Resorcin-Fuchsin-Färbung nachweisen ließ.

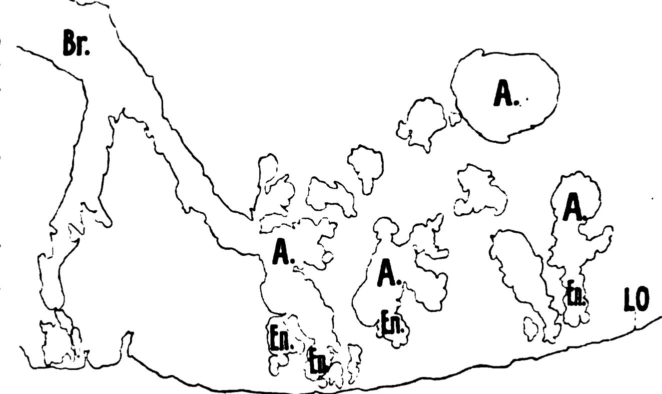


Fig. 328. **Lunge von Petaurus breviceps.** Ein Bronchus *Br* mit seinen im Schnitt getroffenen Endzweigen. Rechts sind einige zum Teil vielleicht einem anderen Bronchus zugehörende Lufträume (Atrien u. Endstücke) wiedergegeben. Der Raum zwischen den wiedergegebenen Partien wird von zahlreichen Endstücken mit deren Alveolen ausgefüllt. Letztere würden (weil in der Schnittebene zusammenhanglos) in der Zeichnung nicht wiedergegeben. Der Verbreitungsbezirk des Bronchialepithels konnte in dieser Figur nicht angedeutet werden, da dieses Epithel im Präparat nicht genügend erhalten war. *A* Atria, *En* Endstücke, *LO* Lungenoberfläche. Vergr. 28fach, reduz. auf $^{9}/_{10}$.

Petaurus breviceps: In der Lunge von Petaurus breviceps fallen schon bei schwacher Vergrößerung die hier oft recht geräumigen Atria ins Auge. In Fig. 328 sind die Umrisse einiger derselben dargestellt, und zwar zum Teil im Zusammenhang mit dem Endbronchus und andererseits mit den Endstücken.

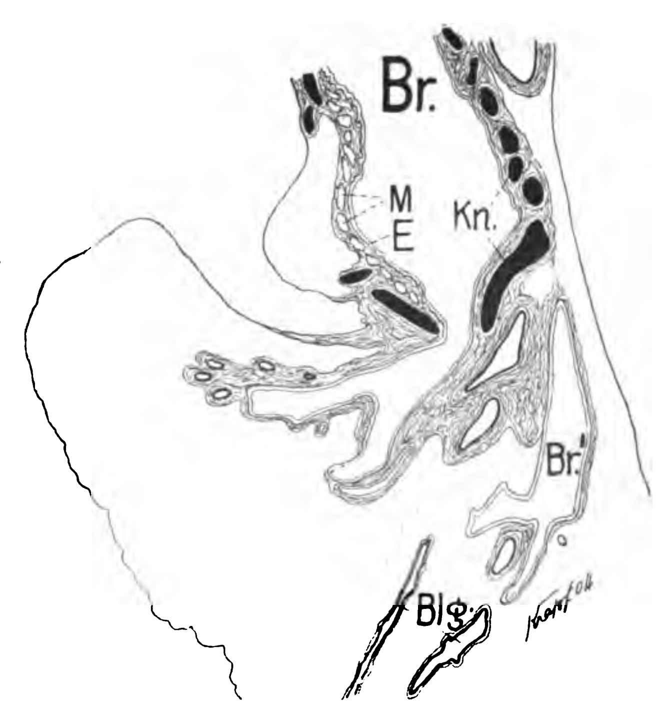


Fig. 329. **Lunge von Trichosurus vulpecula (Phalangista),** junges Tier. Der Schnitt zeigt längsgetroffen die Eintrittsstelle eines großen Bronchus *Br* in den Lungenlappen. Die Knorpel *Kn* hören wie abgeschnitten auf, ehe die Verzweigung des Bronchus *Br* in die Bronchien *Br'* beginnt. *M* Muskulatur, *E* Epithel, *Blg* Blutgefäße. Vergr. 14fach, reduziert auf $^{3}/_{4}$.

Trichosurus vulpecula (Phalangista): In den kleineren Lungen der untersuchten Marsupialia fehlten Knorpel, so auch bei der jungen Phalangista, wogegen die extrapulmonalen Bronchien auch hier reich mit

Knorpeln versehen sind. An der Eintrittsstelle des Bronchus in die Lunge hören die Knorpel, wie ich an einem geeigneten Schnitt (siehe Fig. 329) der Serie konstatieren konnte, wie abgeschnitten auf. Dagegen ließen sich Drüsen noch in den innerhalb der Lunge gelegenen Bronchien nachweisen. Die Drüsen reichen hier also weiter als die Knorpel.

Bei dem jungen untersuchten Tiere war das Epithel in der Trachea und den großen Bronchien recht niedrig, zuletzt einzeilig. In den kleineren Bronchien der Lunge verschwand dasselbe oft auf Strecken, um dann wieder zu erscheinen. Bronchioli respiratorii ließen sich hier deutlich erkennen. Auch hier schließen an die Bronchiolen zunächst weite Räume an, zum Teil rundlich, zum Teil mehr längsgestreckt, die ich als Atria auffasse. Letzteren folgten dann die Endstücke. Das elastische Gewebe war gut entwickelt und markierte schon bei schwacher Vergrößerung deutlich durch stärkere Anhäufung die Firsten der Alveolensepten und dann weiterhin die nicht ausgebuchteten Strecken der Bronchioli respiratorii.

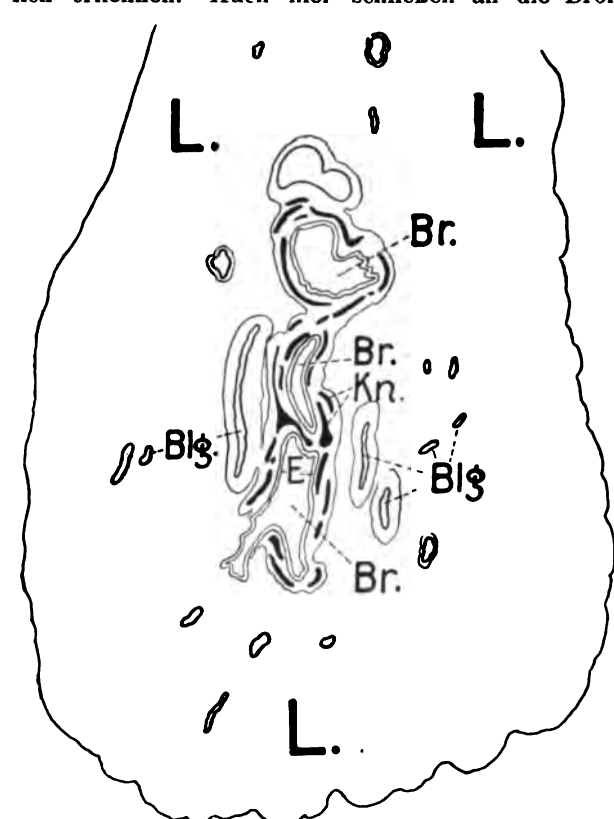


Fig. 330. **Lunge von Phascolarctus cinereus.** Querschnitt durch einen Lungenlappen *L* mit der Eintrittsstelle der großen Bronchien *Br*. Zeigt die Anordnung der Knorpel *Kn* um die sich mehrfach teilenden Bronchien. *Blg* große Blutgefäßstämme. Vergr. 14fach, red. auf ³/₄.

Phascolarctus cinereus: Bei den größeren der untersuchten Marsupialier, so bei Phascolarctus cinereus, fanden sich um die größeren Bronchi innerhalb der Lungen reich entwickelte Knorpelspangen (siehe Fig. 330). Drüsen sind nur spärlich vorhanden./ (Oppel *05*.)

Diese Knorpelspangen zeigen an den Gabelungsstellen der Bronchien gleichfalls eine Gabelung, so daß in der Schnittfigur ein Dreistrahl entsteht, wie dies an einer Stelle der Figur zu sehen ist.

/**Perameles obesula.** Bei Perameles obesula zeigten die großen Bronchien der Lunge, welche ich untersuchen konnte, einen Drüsenreichtum, wie ich ihn bei keinem anderen Marsupialier gesehen habe. Eine dicke Drüsenschicht umgab bisweilen den Bronchus vollständig. Die Drüsenschicht lag außerhalb der Muscularis, und ihre Ausführgänge durchsetzten die letztere, um zum Epithel zu gelangen. An den kleineren Bronchien sah ich Lymphzellenanhäufungen.

Auch hier beherrschten die großen von mir als Atria gedeuteten Räume das Bild des Lungenaufbaues.

Dasyurus hallucatus. In der Lunge des Beutelfötus von Dasyurus treten die Endstücke (Infundibula) in ihrer Ausbildung gegenüber den übrigen Lufträumen im Vergleich zum erwachsenen Tiere noch mehr zurück als bei dem untersuchten Beutelfötus von Echidna. Weitere Vergleiche lassen sich daran jedoch nur mit Vorsicht knüpfen, weil das Alter und der sonstige Entwicklungsgrad der untersuchten Beutelföten unbekannt ist. Das elastische Gewebe war in der Lunge des untersuchten Beutelfötus von Dasyurus schon gut entwickelt, sowohl in den Bronchien, wie im eigentlichen Lungengewebe, in dem namentlich die Firsten der Alveolensepten reiche Einlagerung elastischen Gewebes zeigten, während die Alveolen selbst noch ärmer an elastischem Gewebe sind.

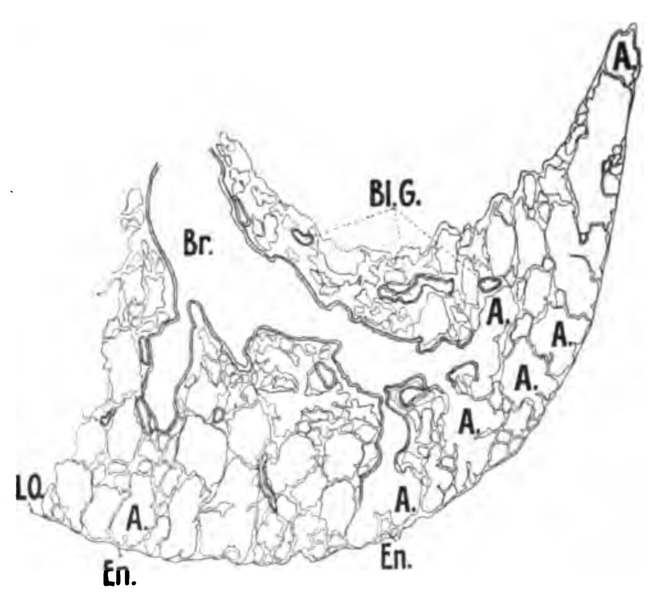


Fig. 331. **Lunge von Dasyurus hallucatus, Beutelfötus.** Sämtliche vorhandene Lufträume d. Schnittes sind gezeichnet. Der Bronchus stellt einen in einen Lungenlappen eintretenden Hauptbronchus, *Br* (Bifurkationsbronchus, erste Teilung nach der Trachea) dar, und die Verzweigungen lassen sich von der Wurzel bis zur Lungenoberfläche *LO* (an zwei Stellen) verfolgen. Endstücke *En* nur wenig entwickelt im Vergleich zu den Atria *A. BlG* Blutgefäße. Vergröß. 28fach, reduz. auf $^9/_{10}$.

Ich habe in der Schnittfigur 331 aus der Lunge des Beutelfötus von Dasyurus alle Lufträume aufs genaueste wiedergeben lassen, da mir dieses Präparat, gut erhalten, in verschiedenen Hinsichten besonders beweiskräftig erscheint. In dem gewählten Schnitt kann der in den Lungenlappen eintretende Bronchus wenigstens an zwei Stellen durch alle Verzweigungen vom Hilus bis zur Lungenoberfläche durch verfolgt werden. Es ergibt sich hier mit besonderer Sicherheit, daß den großen, sofort in die Augen springenden Lufträumen gegenüber die Endstücke (Infundibula) in räumlicher Beziehung ganz zurücktreten. Es ergibt sich aber daraus ferner, daß diese geräumigen Luftkammern (provisorischer Atmungsapparat der Autoren), eben in erster Linie Atria sind.

Die intrapulmonalen großen Bronchien zeigten bei dem von mir untersuchten Beutelfötus bereits Knorpelanlagen in der Wand. Auch die Drüsen legten sich an als hohle Ausstülpungen des Epithels, welche bereits den Reisseisenschen Muskel durchbrochen hatten, ohne sich jedoch weiter verzweigt zu haben.

In Fig. 332 habe ich einige Endverzweigungen der Lufträume aus der Lunge vom erwachsenen Dasyurus dargestellt. Bei Vergleich mit der Abbildung vom Beutelfötus (Fig. 331) zeigt sich, daß sich beim

zu können; auch die Widerstandsfähigkeit gegen hohe Drucke, die auf die Lungen beim Tauchen in große Tiefen ausgeübt werden, wird durch die größere Elastizität erhöht. / (LECHE in BRONN *unvoll.* Bd. VI, 5, 1.)

/ KÖNIGSTEIN beschreibt an einer Cetaceenlunge (Delphinus delphis) folgende drei Besonderheiten: An den lateralen Partien finden sich handgroße Flächen, in deren ganzem Umkreis das Lungengewebe verdünnt ist, es fehlt an dem einen Objekt, an dem anderen an sechs Stellen vollständig, und endlich kann man von der Oberfläche der Lunge sich abhebende Falten beobachten, welche mit dem darunterliegenden Gewebe Taschen bilden. KÖNIGSTEIN nimmt an, daß infolge des hohen Druckes, welchem der Thorax beim Tauchen in große Tiefen ausgesetzt ist, der Raum in demselben beengt und die Lunge stellenweise zum Schwinden gebracht wird.

In einem Nachtrag bemerkt KÖNIGSTEIN, daß NARATH (Der Bronchialbaum der Säugetiere und des Menschen) eine kurze Bemerkung über das makroskopische Verhalten der defekten Lungenpartie mitteilte, ohne daß jedoch dort auf die Taschenbildung eingegangen wird.

KÖNIGSTEIN findet, daß an jenen Stellen, wo das Lungengewebe vollständig geschwunden ist, die Pleurablätter aufeinanderliegen und schwer zu trennen sind. Quer durch die Pleuraduplikaturen sieht man häufig Gefäße ziehen. Mikroskopische Untersuchung ergab, daß es sich um Bronchien und deren alveoläre Verästelung handelt. Die Alveolen tragen alle Merkmale an sich, die sie für den Gasaustausch befähigen. / (KÖNIGSTEIN *03a.*)

Perissodactyla.

/ Bei einem älteren, vorwiegend zum schweren Zug verwandten Pferd zeigte das elastische Gewebe der Lunge ungefähr die Mächtigkeit wie bei der Kuh. Die Fasern im Stroma sind recht derb, jedoch nicht so dicht angeordnet. / (LINSER *00.*)

/ In der Pferdelunge gestalten sich die Lymphräume in der Wandung der Luftzelle ganz analog wie beim Hunde (siehe dort), nur der Weg, auf welchem die Lymphe abgeführt wird, ist ein wesentlich verschiedener. Die Lymphe der Lungenfläche wird nämlich durch die auf der Lungenoberfläche verlaufenden und über den hinteren Lungenrand zur Lungenwurzel umbiegenden Lymphstämme gesammelt und abgeleitet. Nächstdem existieren aber noch Lymphkanäle, welche in die Tiefe der Lunge dringen und mit den tiefen Lymphgefäßen, welche die Lymphe aus dem Innern der Lunge abführen, eine Verbindung einleiten. / (WYWODZOFF *65.*)

/ Beim jungen Pferde fand v. EBNER eosinophile Zellen an einzelnen Stellen des interlobulären Gewebes ziemlich dicht gehäuft, ferner da und dort in der äußeren Faserhaut der Bronchialäste und ausnahmsweise in der Außenzone von Lymphnoduli. v. EBNER ist der Ansicht, daß die eosinophilen Zellen der Lunge aus den Blutgefäßen kommen und in der Regel durch die Wand der kleineren Bronchien in die Luftwege gelangen. / (v. EBNER *99.*)

Artiodactyla.

Schwein: / Die Entwicklung des elastischen Gewebes der Lunge des Schweines übertrifft diejenige in der menschlichen Lunge um ein Merkliches. Die Pleura ist bedeutend dicker als beim Menschen, vor allem infolge des Gehaltes an elastischen Fasern.

Cervus: Den Höhepunkt, was das elastische Gewebe anlangt, geben unter den von LINSER untersuchten Tieren die Reh- und Hirschlungen ab. Außerhalb der Bronchien, Gefäße und deren Umgebung sieht man hier fast nur elastisches Gewebe das Stroma bilden. Die Fasern sind von mittlerer Dicke, jedoch so dicht gelagert, daß man sich an dickeren Schnitten nur schwer zurechtfindet. An dünnen Schnitten sind die Alveolen fast überall vollkommen umfaßt von einer kontinuierlichen scharfen Linie. Das peribronchiale elastische Gewebe bildet besonders in den papillenförmigen Falten ganze Knäuel. Nicht minder ist das elastische Gewebe der Blutgefäße entwickelt. Die Pleura endlich zeigt etwa das Bild, wie die Pferdelunge. / (LINSER *00.*)

Bos taurus: / Die Dimensionen der verschiedenen Teile des Luftapparates, genommen aus einem konischen Läppchen der Lunge vom Kalb, betragen im Durchmesser:

	100stel mm.
Bronchus lobularis, an seinem Ursprung	120
Zweig erster Ordnung, an seinem Ursprung	80
„ zweiter „ „ „ „	40
„ dritter „ „ „ „	35
„ vierter „ „ „ „	35
Verbindungszweig der Infundibula (Tubes de réunion des infundibulums)	45
Mündung der Infundibula	35
Fundus der Infundibula	75
Lungenalveolen	25

(ROSSIGNOL *46/47.*)

/ Beim Rind erreichen die Bronchioli terminales nur die primitiven Läppchen, ohne sich bis zu den „lobulins" RENAUTS fortzusetzen. Sie haben zu jedem primitiven Läppchen dieselben Beziehungen, wie der Bronchus der Lacerta muralis zu ihrer unilobulären Lunge.

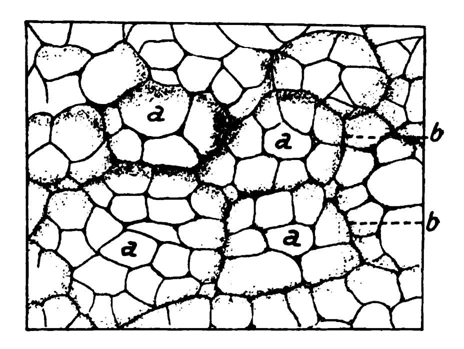


Fig. 334. **Lunge einer Kuh.** Äußere Oberfläche der Lunge, deren Luftzellen mit Wachs eingespritzt wurden. Nach HARTING. *a* Luftzellen, *b* Grenze der kleinsten Läppchen oder Infundibula (ROSSIGNOL). Vergr. 30fach, reduziert auf $^{9}/_{10}$. (Nach V. EBNER *99.*)

Die Bronchioli terminales folgen den primitiven Läppchen und sind von derselben Zahl wie diese, d. h. drei, vier oder fünf in dem zusammengesetzten Läppchen des Rindes. Sie verbinden sich mit dem Bronchiolus intralobularis, dessen Zweige sie sind und der die Achse des zusammengesetzten Läppchens einnimmt.

Gewisse Kapillaren der Bronchialarterien kommunizieren mit dem respiratorischen Kapillarnetz im Niveau der Mündung der primitiven Lobuli. Daraus folgt, daß das System der Bronchialarterien nicht vollständig terminal ist, wie einige Autoren behauptet haben.

Jedes zusammengesetzte Läppchen der Lunge vom Rind wird von einem perilobulären halbgeschlossenen Lymphsystem (PIERRET und RENAUT) umgeben. Periinfundibuläre und perialveoläre Lymphnetze

(GRANCHER) existieren nicht, außer der periarteriellen Lymphscheide dringen keine Lymphwege ins Innere des Lobulus./ (RENAUT *97*.)

Betreffend den feineren Bau der Lunge des Rindes muß besonders auch auf das eingehende Studium der Rindslunge verwiesen werden, welchem weitere Darstellungen von RENAUT *97* vielfach zugrunde liegen.

/ Der Übergang vom luftleitenden in das respirierende System vollzieht sich beim Ochsen ganz plötzlich. Mit einem Schlage ist der Bronchiolus dicht mit Alveolen besetzt und nur von respiratorischem Epithel ausgekleidet. Ein Bronchiolus simplex bildet dichotomisch zwei Bronchioli respiratorii, diese dichotomieren, in jedem der so gebildeten Bronchioli respiratorii zweiter Ordnung entsteht eine Kavität, welche JUSTESEN mit MILLER Atrium nennt, und von hier aus gehen wieder kurze Schläuche aus, welche JUSTESEN mit MILLER Sacci aërei nennt. Von einem Atrium gehen (gegen MILLER, welcher 3 oder mehr, und WATERS, welcher beim Menschen 6-8-10 findet) stets 4 Sacci aërei aus, welche sich JUSTESEN durch zwei aufeinander gefolgte dichotomische Teilungen entstanden denkt./ (JUSTESEN *00*.)

/ J. MAYR findet mit Orceinfärbung (nach UNNA-TÄNZER), daß sich in der Rindslunge unter der Serosa das elastische Gewebe zu einer Platte von nicht unbeträchtlicher Mächtigkeit verdichtet. Diese schickt Ausläufer in die Subserosa hinein, die aber nicht sehr zahlreich sind. Das der Platte peripherwärts angelagerte Gewebe, welches das Serosaepithel trägt, ist nicht ganz von der Dicke der Subserosa, entbehrt aber aller elastischen Elemente. — Wie die ganze Lunge von der elastischen Platte, so ist jedes Lungenläppchen von einer verdichteten Lage elastischen Gewebes umhüllt, von welch letzterer aus die elastischen Elemente ins Innere des Läppchens sich hineinziehen./ (J. MAYR *00*.)

/ Bei der Kuh findet sich eine ziemlich starke Pleura, die zahlreiche Septen ins Lungengewebe hineinsendet. Das perialveoläre Gewebe besteht aus spärlichem Bindegewebe mit reichlichen elastischen Fasern. Dieselben sind nicht sehr dicht, liegen jedoch dichter als beim Menschen. Bei den Pulmonalarterien fällt bei der Kuh eine ziemlich stark ausgebildete muskuläre Media auf./ (LINSER *00*.)

/ JALAN DE LA CROIX untersuchte die Entwicklung des Lungenepithels und findet: Die Lungenanlage ist ursprünglich eine unpaare (Rind). Die beiden hohlen Epithelialbläschen teilen sich an ihren Enden immer weiter durch Bildung hohler Sprossen spitzwinklig, wozu später noch seitlich hervorsprossende bläschenförmige Bildungen kommen, bis die Lungen schließlich die Gestalt zweier baumförmig sich verästelnder, zur Peripherie immer enger werdender Epithelialröhren annehmen, deren Ausläufer je mit einem leicht kolbig erweiterten Epithelialbläschen endigen. Dabei wurden, während die Summe der gebildeten Teile sich mehrte, die einzelnen Endbläschen mit jedem folgenden Stadium in allen ihren Bestandteilen immer kleiner. Während in den Lungen eines menschlichen Embryos aus der Mitte des dritten Monats die Endbläschen mit einem zweischichtigen Epithel ausgekleidet sind, findet sich am Ende des vierten Monats nur noch eine einschichtige Lage hoher Zylinderzellen, zwischen welchen sich vereinzelte Zellen von prismatischer oder kegelförmiger Gestalt fanden. Im fünften Monat nimmt das Epithel an Höhe und an Breite ab und zeigt eine kubische Gestalt. Der von KÖLLIKER aufgestellten Erklärung für den Modus des Wachstums der Epithelialanlage in der Lunge, nämlich durch Vermehrung der Epithelialzellen in der Fläche, ist für die erste Zeit des Embryonallebens noch eine zweite hin-

zuzufügen, nämlich durch gleichzeitiges Hineinrücken von Zellen tieferer Schichten in die oberflächlichste. Die weitere Ausbreitung des Lungenepithels von den Endbläschen des fünften Monats bis zu den Alveolen des ausgetragenen Fötus kann natürlich, da es hier keine Schichtung mehr gibt, nur noch durch Vermehrung der Epithelzellen in der Fläche vor sich gehen. Die Epithelzellen der Alveolen des ausgetragenen Fötus sind beträchtlich niedriger, als die des fünften Monats. Doch haben sie nicht die platte Gestalt, wie sie STIEDA bei Schafsembryonen beschrieben hat. Auch ließen sich zwischen denselben noch nirgends größere platte Zellen eingestreut wahrnehmen, wie sie ELENZ an Katzenembryonen gesehen haben will. Dagegen zeigten die Alveolen des sieben Tage alten Kindes Bilder, welche dafür sprachen, die Differenzierung der gleichmäßig polyedrischen Alveolarzellen der ausgetragenen Frucht zu dem ungleichmäßigen Epithel von zwischen große dünne Epithelplatten eingestreuten Inseln von kernhaltigen Pflasterzellen, wie es in den Lungenalveolen des Erwachsenen vorhanden ist, erst durch die Atmung eingeleitet wird, und JALAN DE LA CROIX stimmt in dieser Beziehung vollständig mit der von SCHULZE ausgesprochenen Ansicht überein.

Die Abplattung kann nicht, wie KÖLLIKER angenommen zu haben scheint, allein durch einen Gegensatz zwischen der Wachstumsgröße der Alveolen erklärt werden, und nicht durch einen auf den Zellen lastenden Druck von seiten der inspirierten Luft, wie dies KÜTTNER angenommen hat. Im Gegenteil kann diese Abplattung nur durch eine Zerrung bedingt sein, hervorgerufen durch die erste Inspiration und erhalten von den nachfolgenden. (Plötzliche Vergrößerung der Alveolenwände bei der Atmung.) / (JALAN DE LA CROIX *83*.)

Ovis aries. / LAGUESSE untersuchte die embryonale Entwicklung des Epithels der Luftwege an Schafembryonen. In der ganzen Ausdehnung der Luftwege beim Schafe geht dem definitiven Epithel ein geschichtetes zylindrisches oder polyedrisches Epithel voraus, dessen Elemente mehr oder weniger vollständig schleimige Umwandlung eingehen mit Ausnahme der tiefen Keimschicht. Dieses Phänomen findet im ersten Teil des intrauterinen Lebens statt und ließ sich auch bei Huhn und Mensch konstatieren, dürfte daher bei der Mehrzahl der Vögel und Säugetiere vorkommen. Mitten in dieser ersten Bedeckung entwickelt sich das Flimmerepithel aus der Keimschicht und substituiert sich allmählich den vorausgehenden. Das geschichtete Pflasterepithel, welches sich an gewissen Stellen des Larynx, besonders an den Stimmbändern bildet, rührt von einer Persistenz des polyedrischen primitiven Epithels her, dessen Elemente sich abplatten. Das Pflasterepithel, welches man an den oberen Stimmbändern des Menschen findet, macht eine Ausnahme, es ist eine sekundäre Bildung und existiert nur beim Erwachsenen durch Modifikation der oberen Schichten des Flimmerepithels. / (LAGUESSE *85*.)

Sirenia.

/ Die Lungen der Seekuh (Manatus) sind nach A. v. HUMBOLDT durch ihre sehr weiten Zellen ausgezeichnet und gleichen höchst geräumigen Schwimmblasen. / (RAPP *37*.)

/ Bei Manatus australis findet LEYDIG die Lungenpleura nicht dicker als anderswo (im Gegensatz zu LEUCKARTS Angabe für Cetazeen), sie ist bindegewebig und in der Tiefe mit ganz feinen elastischen Fasern durchflochten. / (LEYDIG *57*, p. 376.)

Rodentia.

Lepus timidus. /Beim Feldhasen ist der lobuläre Bau vollständig verwischt, die Alveolen sind groß und nur durch dünne Septen getrennt. Die elastischen Fasern machen darin den Hauptbestandteil aus, sind recht gleichmäßig überall ausgebildet und umfassen als ununterbrochene scharfe Linie fast die ganze Peripherie der Alveolen. Das peribronchiale elastische Gewebe ist gleichfalls sehr stark, ebenso wie das pleurale. Die Gefäßwandungen bestehen überwiegend aus elastischen Fasern./ (LINSER *oo.*)

Lepus cuniculus. Die Anordnung der Lufträume in der Kaninchenlunge läßt sich an Schnitten senkrecht zur Lungenoberfläche leicht verstehen. Es gelingt hier oft, mehrere Endstücke mit wohlentwickelten Alveolen zusammen zu einem Atrium münden zu sehen und von letzterem im selben Schnitt die Verbindung zum letzten luftleitenden Abschnitt zu verfolgen, sei es durch einen kurzen Bronchiolus respiratorius zum Endbronchus, sei es, daß sich an das Atrium zunächst ein kurzer Alveolargang anschließt. Die Alveolargänge waren bei dem von mir untersuchten Tiere, soweit ich solche überhaupt erkennen konnte, jedenfalls nur kurz. Ich hatte beim Kaninchen mehrfach den Eindruck, daß nicht überall vom Atrium sofort die definitiven ungeteilt bleibenden Endstücke abgehen, vielmehr sah ich bisweilen von einem Atrium erst zwei Endräume abgehen, welche sich dann aber noch einmal (oft direkt unter der Lungenoberfläche) teilten, so daß hier die letzte Einheit der Endräume noch weiter gegliedert erscheint. Ich glaube, daß letzterer Befund auch sonst nicht so selten ist (vergl. besonders auch die Verhältnisse beim Menschen). Ich möchte derartige kleinere Abweichungen heute noch nicht verallgemeinern, da wir zunächst damit zu tun haben, jene wichtigen, überall vorhandenen Glieder der Lufträume zu erkennen, von denen oben p. 641 die Rede war.

/Beim Kaninchen sind die Alveolen relativ klein und durch erhebliche Bindegewebssepten getrennt. Besonders um die Endbläschen legt sich immer ein dichterer Kranz von solchem, feine elastische Fasern enthaltenden Bindegewebe, so daß die Unterscheidung der Endbläschen voneinander hier ziemlich leicht ist. Die elastischen Fasern um die Alveolen sind dünn und stark geschlängelt, so daß man sie immer nur auf kurze Strecken verfolgen kann./ (LINSER *oo.*)

In STÖHRS *01* Fig. 222 von der Kaninchenlunge glaube ich nicht, daß die elastischen Fasern vollständig gefärbt sind. Vor allem fehlen die starken Netze elastischer Fasern in den Firsten der Alveolensepten ganz und solche müßten in dem offenbar dicken abgebildeten Schnitte doch sichtbar sein. Die Figur STÖHRS könnte das sonst so vortreffliche von STÖHR angewandte Resorzin-Fuchsin geradezu in Mißkredit bringen, wenn nicht andere Autoren damit bessere Resultate erhalten hätten.

/Über das Lungenepithel des Kaninchens siehe VERAGUTH (Arch. f. path. Anat. 1880, Bd. LXXXII, S. 238, Taf. 7).

Einsprengungen lymphadenoiden Gewebes finden sich beim Kaninchen an Zweigen der A. pulmonalis und an den feineren Bronchien (J. ARNOLD *80*). Über die Lymphgefäße der Lunge beim Kaninchen vergl. KLEIN *75*./ (W. KRAUSE *84*.)

Das Blutkapillarnetz in der Kaninchenlunge zeigt Figur 335 nach SZYMONOWICZ *01*.

/Das Brustfell besteht bei Lepus cuniculus aus einem platten Endothel, einer elastischen Grenzlamelle und einer dünnen Lage straffen Fasergewebes mit eingelagerten elastischen Fasern./ (K. C. SCHNEIDER *02*.)

/ Die Lunge von **Atherura africana** ist dadurch bemerkenswert, daß sie eine große Anzahl (links 34, rechts über 40) von getrennten Läppchen enthält. Ein eparterieller Bronchus fehlt beiderseits. / (PARSONS *94*.)

/ **Ratte.** Beim Rattenfötus vom 17. bis 19. Tage ist das elastische Gewebe der Lunge, wie anderer nicht funktionierender Organe, als „junges" zu bezeichnen, bei der drei Tage alten Ratte findet sich enorme Vermehrung und Verstärkung des elastischen Gewebes und nach zwei bis drei Wochen hat das elastische Lungengewebe seinen normalen Stand erreicht.

Die Entwicklung des elastischen Gewebes der Rattenlunge ist der der menschlichen Lunge relativ gleich. / (LINSER *00*.)

/ BERKLEY untersuchte die Nervenendigungen in der Lunge der grauen Ratte vermittelst seiner Pikrinsäure-Osmiumbichromatmethode. Er findet zwei Arten von Nerven: außerordentlich feine Fasern, welche sowohl die Gefäße, wie die Luftwege begleiten, und gröbere Fäden, gewöhnlich in Paaren oder Bündeln, welche gleichfalls den Gefäßen und Bronchien folgen, aber bisweilen von ihnen abgehen und unter die umgebenden Gewebe wegwandern. Vermutlich (die Methode erlaubte nicht, dies zu sehen) besitzen einige der gröberen Fasern eine Markscheide. Ganglienzellen wurden durch die Methode nicht so zahlreich dargestellt wie durch andere Methoden. Im allgemeinen sind die Nerven am zahlreichsten gefärbt nahe der Lungenwurzel und nehmen allmählich an Zahl gegen die freie Oberfläche zu ab.

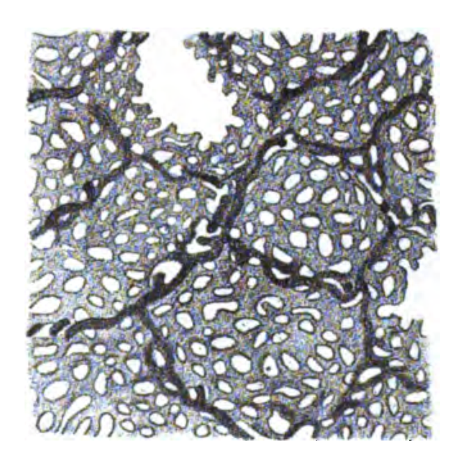


Fig. 335. **Lunge vom Kaninchen.** Stück eines Schnittes aus einer injizierten Lunge. Die Alveolen sind von der Fläche gesehen; oben ist ein Alveolus angeschnitten. Die grauen Linien sind Gefäßkapillaren, die hellen Felder dagegen Maschen des Kapillarnetzes. Zirka 300mal vergr., reduziert auf $^{9}/_{10}$. (Nach SZYMONOWICZ *01*.)

Nerven der Bronchi (siehe Fig. 336). In der äußeren fibrösen Schicht von jedem Bronchus liegt ein beträchtlicher Plexus von feinen Nervenfasern mit einem am äußeren Rand gelegentlich gröberen Rohr oder kleinen Bündel; alle sind miteinander durch zahlreiche Zweige verbunden. Von diesem peribronchialen Plexus gehen sehr zahlreiche Stämme ab, welche folgende zwei Bestimmungen haben: 1. Sie verteilen sich an die Zellen der glatten Muskelschicht und zeigen an manchen Punkten Endigung mit einfachen Endknöpfen, gewöhnlich von runder, selten länglicher Gestalt. Seltener kommt eine Faser vom angehörigen Randplexus und endigt nach Abgabe weniger Seitenzweige in eine sehr komplizierte Figur, aber alle Endigungen sind einfache Knospen (bulbs). 2. Eine Anzahl von verzweigten und unverzweigten Fasern passieren die Muskelzone und bilden in der Mucosa einen subepithelialen Plexus. Dieser Plexus ist ganz deutlich und wohl entwickelt, nicht nur in den größeren Bronchien, sondern auch in deren Zweigen zweiter und dritter Ordnung

und bildet ein zirkuläres Netzwerk von durchflochtenen und verbundenen Fäden rund um die Basen der Epitheleinfaltungen herum. Von diesem Maschenwerk steigen Nervenfasern hinauf zum fibrösen Gewebe in der Mitte der epithelialen Falten, einige nahe bis zur Spitze, andere nur halbwegs und enden dann in Knopfform (siehe Fig. 337). In der Zementsubstanz zwischen den Zylinderepithelzellen wurden Nervenendigungen nicht gesehen.

An den kleinsten Zweigen, wo die umgebenden Muskelzellen sehr an Zahl abgenommen haben, ist die Nervenanordnung etwas anders, es findet sich nur ein einziger Plexus oder Netzwerk und von seinen Fasern dringen neue Zweige sehr zahlreich in die Epithelschicht, wo sie in Endknöpfe endigen nach Entwicklung von merkwürdigen arboreszierenden Figuren mit verschiedenen Verdickungen und Knötchenbildungen (siehe Figur 338). Diese Enden scheinen deutlich zwischen den äußersten Seitenrändern der abgeplattet werdenden Epithelzellen zu liegen, welche das Lumen umgeben, ganz nahe der fibrösen Schicht anliegend.

In allen Fasern dieser Netzwerke (peribronchial und mucös) finden sich lokale Verdickungen und Varikositäten, aber wahre Ganglienzellen innerhalb der Muskelschicht wurden nicht gesehen.

Fig. 336. Fig. 337. Fig. 338.

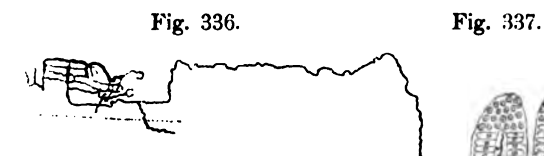


Fig. 336. **Lunge von der grauen Ratte.** Nervenendigung aus der Muskelschicht eines Bronchus mittlerer Größe. Die punktierte Linie zeigt den inneren Rand der Muskelzone an. Pikrinsäureosmiumbichromat- Silbernitrat. Zeiss Ok. 4, Obj. DD. (Nach BERKLEY *93*.)

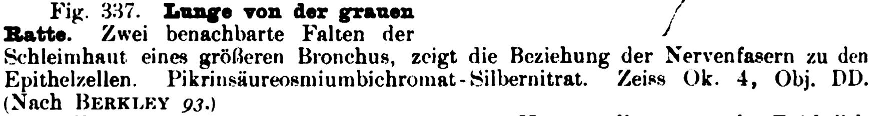


Fig. 337. **Lunge von der grauen Ratte.** Zwei benachbarte Falten der Schleimhaut eines größeren Bronchus, zeigt die Beziehung der Nervenfasern zu den Epithelzellen. Pikrinsäureosmiumbichromat-Silbernitrat. Zeiss Ok. 4, Obj. DD. (Nach BERKLEY *93*.)

Fig. 338. **Lunge von der grauen Ratte.** Nervenendigung von der Epithelialauskleidung eines Bronchiolus. Die punktierte Linie zeigt den inneren Rand des Epithels an. *A* stellt wahrscheinlich eine kleine, in den Weg der Nervenfaser eingelagerte Ganglienzelle dar. Pikrinsäureosmiumbichromat-Silbernitrat. Zeiss Ok. 4, Obj. DD. (Nach BERKLEY *93*.)

Nervenendigungen zu den Alveolen konnten nicht dargestellt werden. Für manche von dem Netzwerk der Bronchien und Arterien ausgehende und gegen die Alveolen ziehende Fasern konnte nicht ausgeschlossen werden, daß sie zu zerstreuten Muskelfasern gehen.

Interalveoläre Fasern. Vom bronchoarteriellen Netzwerk gehen Nervenfasern in Form von Bündeln oder einzelnen Fasern ab und ziehen lange Strecken in den Septen zwischen den Alveolen. Manche von ihnen geben dichotomisch eine Anzahl von Seitenzweigen ab, und alle mögen sich entweder mit den Ausläufern anderer Bronchialplexuse verbinden oder mögen sich zum interalveolären Gewebe verteilen und auch gelegentlich die Oberfläche der kleinsten Bronchiolen versorgen. Näher der Lungenwurzel und in der Mittelregion der Lunge finden sich diese

interalveolären Nerven ganz zahlreich. Ihre Endigung in den Septen zeigt eine einfache knospenähnliche Anordnung.

Arterienversorgung. Die Bronchialarterien werden außerordentlich reich mit Nerven versorgt. Oft sind die periarteriellen Räume durch dickere Nervenbündel markiert, von denen Seitenzweige mit den Fasern des eigentlichen arteriellen Netzwerkes anastomosieren. Endigungen sind nicht so zahlreich, als man nach der außerordentlichen Dichte des Netzwerkes erwarten könnte, doch sind sie häufig; sie entstehen stets als kurze Zweige vom Plexus und endigen als einfache Knöpfe anscheinend zwischen den glatten Muskelzellen der mittleren Schicht der Gefäße. Wenige Ganglienzellen finden sich am Rand des Plexus, aber lokale Vergrößerung der Fasern ist gewöhnlich.

Die Nerven der Arterien und Bronchien zeigen eine innige Verbindung.

Die Pulmonalarterien besitzen auch Nervenplexuse, jedoch sind dieselben nicht so bedeutend entwickelt wie diejenigen der Bronchialarterien. Spärliche Nervenfasern finden sich auch in den Wänden der größeren Venen./ (BERKLEY *93* und *95*.)

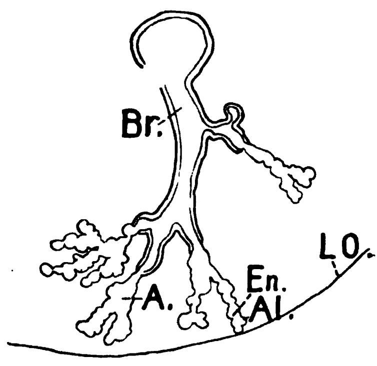


Fig. 339. **Lunge von der Tanzmaus.** Verzweigung der Lufträume. *Br* Bronchus, *A* Atrium, *En* Endstücke, *Al* Alveole, *LO* Lungenoberfläche. Vergrößerung 28fach, reduziert auf $^9/_{10}$.

/Die Hauptresultate BERKLEYS sind, 1. daß die Hauptnervenversorgung des Lungengewebes (wie sie durch die Silbermethode erscheint) von den Fasern der den Bronchialarterien folgenden Nervenplexuse stammt und daß, obwohl unabhängige Zweige den Bronchien folgen mögen, doch ihre Zahl verhältnismäßig klein ist, und daß sie auch mit den Bronchialzweigen anastomosieren; 2. daß Fasern in den Septen zwischen den Alveolen ganz gewöhnlich sind, sowohl einzelne Fasern, als größere Bündel, und daß sie sich sowohl in den zentralen Teilen der Lunge, als in der Gegend näher der Wurzel finden; auch eine Anzahl von interalveolären Endigungen werden gefunden, aber mit wenigen Ausnahmen können Nervenendigungen nahe dem die Alveolen auskleidenden Epithel nicht gesehen werden und diese innervieren höchstwahrscheinlich zerstreute Muskelbündel; 3. daß sowohl Schleimhaut wie Muskelgewebe der Bronchialröhre von den kombinierten Gefäßbronchialplexusen versorgt werden./ (BERKLEY *95*.)

Mus. Fig. 339 zeigt die Endverzweigungen eines Bronchialzweiges der japanischen Tanzmaus. Die Schnittrichtung ist eine so günstige, daß die Lufträume von einem verhältnismäßig großen Bronchus bis zu ihren Endverzweigungen unter der Lungenoberfläche klar vor Augen liegen. Atrien *A* und Endräume *En* sind deutlich topisch gegeneinander abgesetzt. Ein kurzer Alveolengang läßt sich an mehreren Stellen wahrnehmen.

Sciurus vulgaris. Beim Eichhörnchen ließen sich deutlich Endstücke, Atrium, Alveolargang und Bronchiolus respiratorius erkennen. Häufig war von letzteren die Form, bei der eine Wand nur Alveolen trägt, die andere dagegen den Charakter des Bronchiolus zeigt. Ich

konnte hier derartige Bilder öfters dadurch erklären, daß an einer Gabelung eines Bronchiolus der Teilungsfirst noch wie der Bronchiolus gebaut ist, während die beiden Außenwände als beweglichere Elemente bereits der Atmung dienen. Ein derartiger Charakter zeigt sich auch in den folgenden vom Ziesel gegebenen Figuren, z. B. in Fig. 344 bei xx. Beim Eichhörnchen fand ich nach Kresofuchsinfärbung das elastische Gewebe der Lunge sehr deutlich, besonders reich an elastischen Fasern zeigten sich die Firsten der Alveolensepten, während die Alveolenwände selbst ein feineres Netzwerk tragen.

Spermophilus citillus, Ziesel. Auch aus der Lunge vom Ziesel gelang es mir, in ausgewählten Schnitten den Zusammenhang der sich verzweigenden Lufträume von einem der großen Bronchien, siehe Fig. 340, bis zur Lungenoberfläche *LO* zu verfolgen. Neben Atrien und Endstücken sind hier räumlich ausgedehnte Bronchioli respiratorii (*Br.r*) vorhanden, während die Alveolargänge meist kurz sind und sich rasch zu den Atrien erweitern. Dieselben Verhältnisse von einer anderen Stelle, gleichfalls vom Ziesel, illustriert die Fig. 344 bei stärkerer Vergrößerung.

Die Anordnung und Menge der elastischen Fasern (Resorzin-Fuchsin) in der Ziesellunge ist von verschiedenen Stellen (die den in der Übersichtsfigur 344

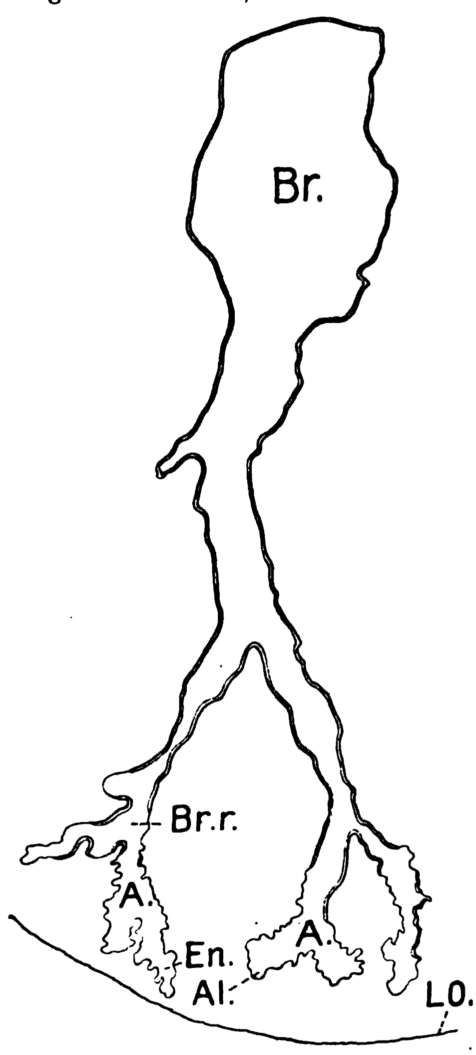


Fig. 340. **Lunge vom Ziesel, Spermophilus citillus.** Verzweigung der Lufträume. *Br* Bronchus, *Brr* Bronchiolus respiratorius, *A* Atrium, *En* Endstücke, *Al* Alveolen, *LO* Lungenoberfläche. Vergr. 28fach, reduziert auf $^{9}/_{10}$. Vergl. die Details in Fig. 341—344.

angemerkten Punkten entsprechen) in den Fig. 341, 342 und 343 dargestellt. Die erste dieser Figuren (341) zeigt zugleich eine jener Stellen, an welchen die letzten höheren Epithelzellen (*E*) rasch in das respiratorische Epithel, das sich weiterhin nur als Randkontur kennzeichnet, übergehen.

Deutlich treten besonders in Fig. 342 um *Al*, aber auch in Fig. 343 um *Al* jene stärkeren Züge elastischer Fasern hervor, welche in den Firsten der Alveolensepten liegen. Ich habe auf diese Faserzüge bereits bei Echidna oben p. 690 (siehe dort meine farbigen Tafelfiguren) aufmerk-

sam gemacht. Ich betrachte dieses Verhalten der elastischen Fasern als typisch für die Säugetierlunge.

Carnivora.

Canis familiaris. /Beim Hund hat die erste Art der Bronchioli respiratorii KÖLLIKERS (diejenigen mit gleichartigem flimmerndem Epithel und Alveolen mit respiratorischem Epithel) eine große Verbreitung; die Alveolen in der Wand dieser Bronchiolen sind recht zahlreich. Dagegen fehlen die Bronchiolen, deren Wand einerseits respiratorisches Epithel, andererseits Zylinder- oder Pflasterepithel trägt, fast ganz und es gehen die erstgenannten Bronchioli respiratorii meist sofort in Alveolengänge über./ (KÖLLIKER *81*.)

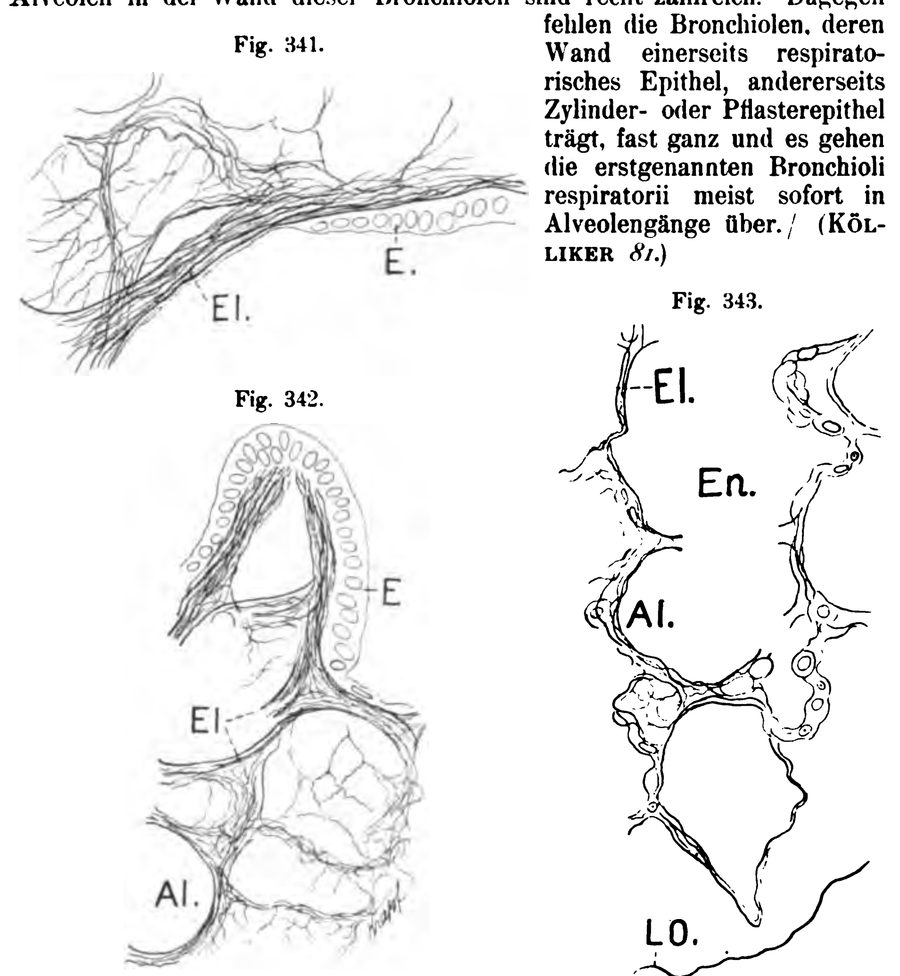


Fig. 341, 342 und 343. **Lunge vom Ziesel, Spermophilus citillus.** Die mit X, XX und XXX bezeichneten Stellen der Fig. 344 bei stärkerer Vergrößerung. Färbung der elastischen Fasern mit Resorcin-Fuchsin. *E* hohes und kubisches Epithel, *El* elastische Fasern, *En* Endstück, *Al* Alveolen, *LO* Lungenoberfläche. Vergr. 520fach, reduziert auf $^{9}/_{10}$.

/Lungenepithel. In der Lunge des erwachsenen Tieres, besonders deutlich beim Hunde, konstatiert KÜTTNER nach Silberinjektion in die Trachea das Vorhandensein des Alveolarepithels. Beim Hunde sind die Alveolarepithelzellen größer als die vieler anderer Säugetiere. In den größeren Bronchien fand sich ein zylindrisch polyedrisches Flimmerepithel, mit dem Aufhören der großen Falten wurde das Zylinder-

epithel flacher, in den Bronchiolen wurde es zu einem kubischen Plattenepithel.

An den ersten Alveolen gehen die Silberlinien ununterbrochen in die des wandständigen Alveolus über und zwar so, daß es häufig gelingt, eine und dieselbe Epithelzelle mit einer ihrer Hälften an der Bronchiolenwand, mit der anderen im Alveolus liegend zu treffen; erstere zeichnet sich als Kreislinie mit kleinem Radius, letztere als ein großes polygonales Feld, d. h. ein Pflasterepithel, das die Innenwand des Alveolus deckt. Das Protoplasma ist homogen an den größten Zellen, je kleiner die Zellen werden, um so staubig körniger wird es. Der Zellkern liegt entweder exzentrisch oder in der Mitte der polygonalen Felder. Während das Plattenpithel des Bronchiolus sich kontinuierlich auf die zuerst breite-

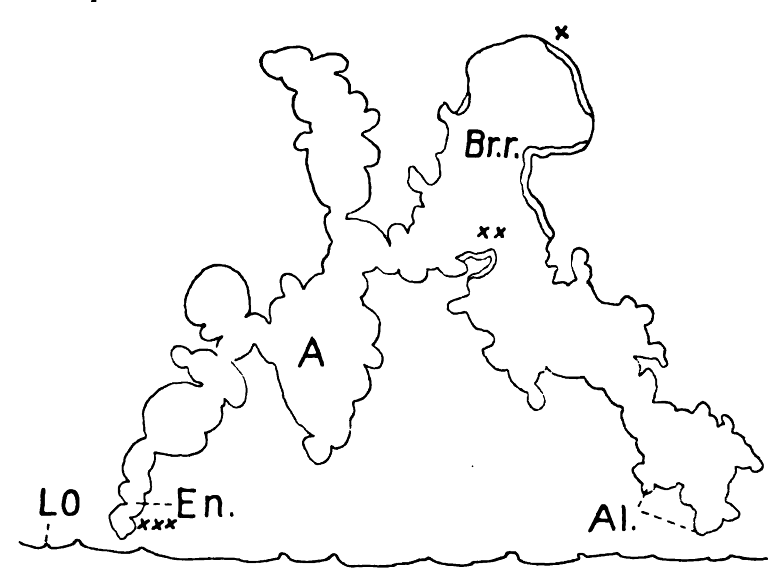


Fig. 344. **Lunge vom Ziesel, Spermophilus citillus.** Verzweigung der Lufträume. *Brr* Bronchus respiratorius, *A* Atrium, *En* Endstück, *Al* Alveolen, *LO* Lungenoberfläche. Die Stellen bei X, XX und XXX sind in Fig. 341—343 bei stärkerer Vergrößerung wiedergegeben. Vergr. 96fach, reduziert auf $^9/_{10}$ (die unter der Figur beigefügte verkleinerte Zeichnung würde die Figur in der Vergrößerung der Fig. 340 darstellen).

ren, allmählich engeren Leisten des Infundibulums fortsetzt, verändert es in den Alveolen seine Form, es dehnt sich um das Drei- bis Vierfache aus und wird polygonal. Wie in der embryonalen Lunge paßt sich auch hier die Zelle dem Raume der Fläche an. Eine Kontinuität des Epithels läßt sich zur Evidenz nachweisen./ (Küttner *76*.)

/Der Terminalbronchus hat einen durchschnittlichen Durchmesser von ungefähr 0,4 mm. Er besitzt glatte Muskelzellen und ein Zylinderepithel. Der Terminalbronchus kommuniziert (neben den Alveolen der Luftsäcke) mit kleinen Alveolen (air cells), welche einen Durchmesser von 0,047 mm haben, wie sie von Kölliker beschrieben wurden. Die

Muskelwand des Bronchus geht in diese Alveolen nicht ein, sondern umgibt nur ihre Öffnungen in den Bronchus.

Vom Ende des Terminalbronchus an entstehen drei bis sechs Vestibula, jedes hat einen durchschnittlichen Durchmesser von 0,2 mm. Die Öffnung des Vestibulums ist von einem Ring glatter Muskelfasern umgeben, jenseits der Öffnung erstrecken sich letztere nicht.

Der Durchmesser des Atriums ist wenig mehr als die Hälfte von dem des Air-sac und ungleich diesem hat jedes Atrium 3 oder mehr Öffnungen, welche einerseits mit den Air-sac (sac passages), andererseits mit dem Terminalbronchus (Vestibulum) kommunizieren. Die Wände des Atriums gleichen denen des Luftsacks, sie sind dünner und enthalten das Blutkapillarnetz. An Schnitten ist es oft schwer, zu bestimmen, welche Öffnungen Atria sind. An 0,1 mm dicken Schnitten kann man sie gewöhnlich unterscheiden als beinahe runde Öffnungen, welche von mehreren weiten, unregelmäßigen Öffnungen, den Luftsäcken, umgeben sind.

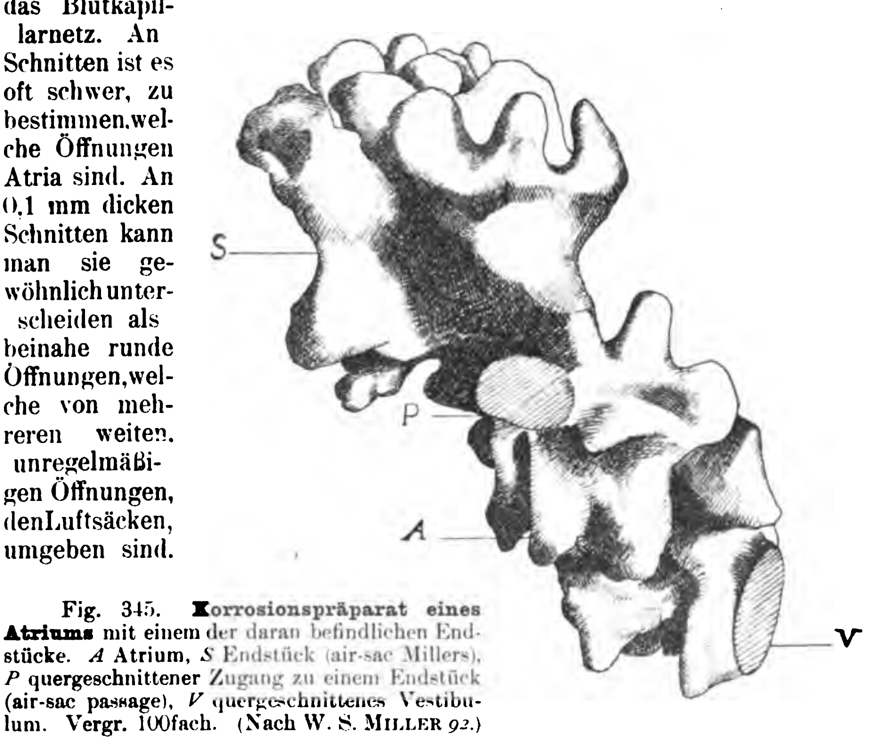


Fig. 345. **Korrosionspräparat eines Atriums** mit einem der daran befindlichen Endstücke. *A* Atrium, *S* Endstück (air-sac Millers), *P* quergeschnittener Zugang zu einem Endstück (air-sac passage), *V* quergeschnittenes Vestibulum. Vergr. 100fach. (Nach W. S. MILLER *92*.)

Der Durchmesser der „Air-sac passage" beträgt durchschnittlich 0,143 mm, ist also etwas kleiner als der des Vestibulums. Die Air-sac passage enthält keine glatten Muskelfasern.

Die Luftsäcke (Air-sacs) sind (siehe Fig. 345) ganz unregelmäßig in ihrer Gestalt; sie passen sich dem Raume an, welchen sie einnehmen können. Sie sind durchschnittlich 0,511 mm lang und 0,313 mm breit und zeigen oft Teilungen, welche sich eine Strecke weit in ihre Höhle erstrecken. Ihre Wände sind dünn und zwei benachbarte Luftsäcke haben eine gemeinschaftliche Wand. Sie bestehen hauptsächlich aus dem Blutkapillarnetz und Bindegewebe. Sie werden von Öffnungen umgeben, welche ungefähr ein Viertel ihrer Größe betragen — den Alveolen (air-cells).

Es sind drei Formen von Alveolen zu unterscheiden, deren erste vom Bronchus, deren zweite vom Atrium, deren dritte von den Luftsäcken ausgeht. Die ersten sind die kleinsten. Diese kleineren Alveolen

finden sich entlang den kleineren Bronchien und am Terminalbronchus. Ihr mittlerer Durchmesser beträgt 0,047 mm, derjenige der Alveolen des Atriums und der Luftsäcke ist 0,113 mm.

Zwischen den Alveolen an der centralen Seite des Luftsacks finden sich die Verzweigungen der Pulmonalarterie (distal und proximal bezieht sich auf die Richtung parallel zum Terminalbronchus, zentral und peripher auf die Richtung im rechten Winkel zum Bronchus). An der entgegengesetzten Seite (peripher) finden sich die Verzweigungen der Pulmonalvene mit ihren über die Spitzen der Alveolen verlaufenden Wurzeln.

Kommunikationen zwischen den Alveolen bestehen nicht. (W. S. MILLER *92*.)

MILLER *92* gibt folgende Maßtabelle:

	mm	langer Durchmesser	kurzer Durchmesser
Terminalbronchus	0,398	—	—
Vestibulum	0,196	—	—
Atrium	0,285	0,345	0,225
Sackpassage	0,143	—	—
Luftsack	0,412	0,511	0,313
Luftzelle (Alveole)	0,113	0,121	0,106
bronchiale Luftzelle	0,047	—	—

Maßangaben betreffend die Luftwege uud deren Blutgefäße vom 7 kg schweren Hund. (Nach W. S. MILLER *93*.)

	Zahl	Durchmesser	Schnittfläche
Trachea	1	16,0 mm	201 qmm
Bronchi d. et s.	2	12,5 „	245 „
Bronchi lobar.	6	7,6 „	272 „
1 ter Ordnung	24	4,12 „	320 „
2 ter „	164	2,44 „	766 „
3 ter „	1 021	1,12 „	1 000 „
Bronchi lobular.	16 000	0,4 „	2 000 „
Atria	64 000	0,285 „	4 032 „
Luftsäcke	192 000	0,412 „	25 536 „
Alveolen der Bronchi	320 000	0,047 „	544 „
„ „ Atria	320 000	0,113 „	3 200 „
„ „ Luftsäcke	1 920 000	0,113 „	17 280 „
Gesamtzahl der Alveolen	2 560 000	—	21 024 „
Pulmonararterie	1	15,5 „	181 „
Ramus d. et s.	2	11,5 „	208 „
Lobararterien	8	5,96 „	223 „
1 ter Ordnung	24	3,96 „	293 „
2 ter „	164	2,26 „	656 „
3 ter „	1 021	1,0 „	801 „
Lobulararterien	16 000	0,3 „	1 120 „
Atrialarterien	64 000	0,165 „	1 344 „
Sackarterien	128 000	0,165 „	2 688 „
Kapillaren	600 000 000	0,007 „	23 000 „
Sackvenen	192 000	0,23 „	7 680 „
Atrialvenen	32 000	0,45 „	6 098 „
Lobularvenen	16 000	0,4 „	2 000 „
3 ter Ordnung	1 021	1,22 „	1 194 „
2 ter „	164	2,44 „	765 „
1 ter „	24	4,18 „	340 „
Lobarvenen	8	6,12 „	299 „
Venenstämme	4	13,75 „	756 „

Blutgefäße: Die Pulmonalarterie folgt dem Bronchus in seiner ganzen Länge bis zur letzten gabelförmigen Teilung, und durchdringt dann das Läppchen, bis sie einen Punkt jenseits vom Terminalbronchus erreicht. Hier teilt sie sich plötzlich in so viele Zweige, als hier Atria vorhanden sind. Weder zur Pleuraoberfläche, noch zur Peripherie des Läppchens gelangt eine Arterie. Die Luftsäcke, welche innerhalb des proximalen Teiles des Lungenläppchens liegen, erhalten eine besondere Versorgung; kleine Zweige werden abgegeben, eben ehe die Arterie das Läppchen durchdringt und ziehen direkt zu diesen Säcken. Innerhalb des Läppchens verbreitet sich die Arterie an der zentralen Seite des Luftsackes. Davon geht das Blutgefäßnetz aus, erstreckt sich über alle Alveolen und sammelt sich an der peripheren Seite in Venen.

Arterie, Bronchus und Vene liegen in der Lunge nur am Hilus nebeneinander, sonst nicht. Die Vene hält sich so fern wie möglich von Bronchus und Arterie. Der Verlauf der Vene im Läppchen ist so, daß



Fig. 346. **Lunge vom Hund.** Doppelte Injektion (Blutgefäße schwarz, Lymphgefäße gekörnt). Ein Querschnitt geführt durch die Blutgefäßstämme, dann durch einen größeren Bronchus in der Nähe der Lungenwurzel. Er verdeutlicht das Verhältnis der tiefen Lymphgefäßstämme an diesem Orte zu den eben erwähnten Gebilden. *a* Bronchus, *b* Vene, *c* Arterie, *d* Lymphgefäße. (Nach WYWODZOFF *65*.)

wir eine Vene für jeden Luftsack haben und diese Vene verläuft unter rechtem Winkel zu der Arterie. Die Venen halten sich an der Peripherie des Läppchens, ausgenommen in wenigen Fällen, wo sie Zweige zwischen die Luftsäcke senden. Diese Zweige sammeln das Blut von dem Kapillarnetz um die Atria.

Zwischen Pulmonalarterie und -vene haben wir das reichste Kapillarnetz des ganzen Körpers. Dieses Netzwerk ist viel gröber und die Kapillaren sind weiter gerade unter der Pleura, als es in den tieferen Teilen der Lunge ist. (W. S. MILLER *92*.)

/ Lymphgefäße. Während die Einteilung der Lymphgefäße in oberflächliche und tiefe schon früher bekannt war, macht WYWODZOFF besonders auf den wechselseitigen Zusammenhang dieser beiden Ströme aufmerksam. Die oberflächlichen Lymphgefäße der Hundelunge stellen ein gleichmäßig in sich abgeschlossenes Gitterwerk ohne peripheren Abfluß dar. Der Abfluß der Lymphe an der Peripherie erfolgt dadurch, daß das oberflächliche Netzwerk an jenen Stellen, wo größere Blutgefäßstämme an die Lungenoberfläche treten, den Venen größere Lymphröhren beigesellt, um mit ihnen in die Tiefe zu gelangen. Nach Aufnahme anderer Lymphgefäße auf dem Wege treten diese Lymphkanäle schließlich an der Lungenwurzel als sogenannte tiefe Lymphgefäßstämme zutage. Letztere sind klappenhaltig, die peripherischen Netze dagegen klappenlos. Die Lymphgefäße bilden Schläuche (siehe Fig. 346) in den Adventitien der Blutgefäße, deren Querschnitt den räumlichen Verhältnissen entsprechend gestaltet

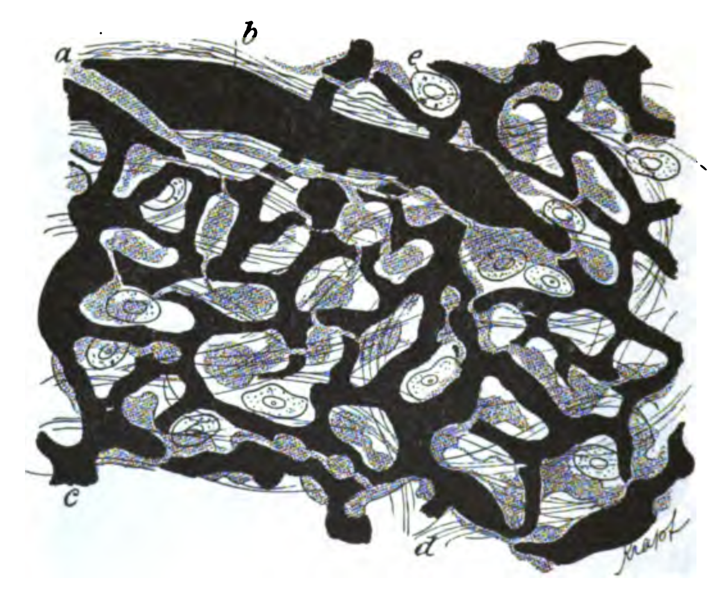


Fig. 347. **Lunge vom Hund.** Doppelte Injektion (Blutgefäße schwarz, Lymphgefäße und Lymphräume gekörnt, es kann nach der Figur nicht entschieden werden, welches der beiden Systeme an den verschiedenen Kreuzungsstellen oben oder unten liegend zu denken ist). Stellt eine vollkommene und eine zur Hälfte dargestellte Lungenzelle dar, in deren Wandungen sich mittelst des Lymphgefäßes *a* die Injektionsmasse ergossen hat. *b* ein Längsschnitt eines größeren Blutgefäßes, welches sich in die Kapillarität der Luftzellen auflöst. *c* Querschnitt der Lungenkapillaren, *d* Querschnitt der Lymphräume in der Umgebung der ersteren an der Begrenzung der Lungenzellen. *e* Epithelien. (Nach WYWODZOFF *65*.)

ist. Ähnlich wie mit den Gefäßen, ziehen die größeren Lymphstämme auch mit den Bronchialröhren einher. Innerhalb des Lungengewebes verlieren die Lymphstämme bald die Klappen. Eine selbständige Wandung, bestehend aus einer kernhaltigen Intima, behalten sie jedoch ziemlich lange, und zwar meist bis zum schließlichen Eintritt in die Lungenbläschen.

Innerhalb der Wand der Alveolen sammelt sich die Lymphe in wandungslosen Räumen an, die jedoch immer in der Ebene der Wand liegen, und nie die Blutkapillaren, welche, wie bekannt, sehr zahlreich aus dieser Ebene heraustreten und in die Höhle der Luftzelle schlingenförmig

hereinragen, als vollständige Einscheidungen begleiten. Die erwähnten Räume folgen nicht ausschließlich dem Verlaufe der Kapillaren, sondern kreuzen sich sehr häufig mit ihnen. In den Maschenräumen zwischen dem Kapillargefäßnetze bilden die Lymphanfänge meist größere Ansammlungen (siehe Fig. 347). Innerhalb der Lymphwege der Lunge, besonders da, wo die Lymphräume der Luftbläschen zu einem gemeinschaftlichen Abzugskanal eines Blutgefäßes zusammentreten, liegen oft sehr zahlreiche Lymphkörperchen eingebettet, besonders in jenen Lymphwegen, welche durch keine selbständige Waudung begrenzt werden. Die Injektionsmasse breitet sich in der Bläschenwand auch längs dem Verlaufe der elastischen Fasern aus. (Vergl. dagegen unten p. 713 die Ausführungen MILLERS.) (WYWODZOFF *65*.)

Im allgemeinen liegen die Arterien zentral und die Venen peripher sowohl in Hinsicht auf das Lungenläppchen als auf die Luftsäcke. Die Venen sind zahlreicher als die Arterien. Es gibt eine wichtige Ausnahme von der Regel, daß die Arterie zentral und die Venen peripher liegen und dieselbe hat eine wichtige Beziehung zum Verlauf der Lymphgefäße. Von jeder Seite des distalen Endes des Terminalbronchus entsteht eine Vene und erhält Blut von den Endzweigen der Bronchialarterie und auch von den benachbarten Luftsäcken; diese beiden kurzen aber nicht unbedeutenden Venen ziehen auf dem kürzesten Wege zu dem nächsten Venenstamm. Die zum Läppchen gehörigen Venen, welche direkt unter der Pleura liegen, erstrecken sich über die Luftsäcke und bilden ein dichtes Netzwerk unter der Pleura (SCHÄFER in QUAINS Anatomy, 10. Auflage stellt fest, daß dieses Netzwerk von Ästen der Bronchialarterie stammt. MILLER kann nicht verstehen, wie er in diesen Irrtum verfallen ist). Dies ist die einzige Ausnahme, daß eine Arterie aus dem Läppchen hinausgeht und unter der Pleura erscheint.

MILLER beschreibt die Lymphgefäße in folgender Reihenfolge:

1. Lymphgefäße verbunden mit den Bronchi
2. " " " " Arterien
3. " " " " Venen
4. " der Pleura.

Lymphgefäße verbunden mit den Bronchien. In den Bronchien bilden die Lymphgefäße ein Netzwerk mit langen schmalen Maschen. Sie nehmen vom Hilus bis zu den Terminalbronchi, wo sie in drei kleine Gefäße endigen, an Zahl und Größe ab. Jenseits des Terminalbronchus wurden keine Lymphgefäße in Verbindung mit den Lufträumen gefunden; d. h. die Atria und Luftsäcke haben keine Lymphgefäße in ihren Wänden. Von diesem Netzwerk der Bronchiallymphgefäße, welche außerhalb von dem Netzwerk der Bronchialblutgefäße liegen, gehen Zweige ab:

1. zu den Pulmonararterien, welche den Bronchus begleiten;
2. zu den Venen, welche von dem Winkel ihren Ursprung nehmen, wo die Zweige abgegeben werden;
3. zu den Venen, welche von dem distalen Ende des Terminalbronchus entstehen.

Die von E. KLEIN (Contributions to the normal and pathological Anatomy of the Lymphatic-System of the Lung. Proc. Royal Soc. 1874) und E. KLEIN *75* an der freien Oberfläche der Bronchialschleimhaut angegebenen Stomata findet MILLER nicht, noch die sogenannten Lymphkapillaren zwischen den die Bronchien auskleidenden Epithelzellen.

Lymphgefäße verbunden mit den Arterien. Von den drei von jedem Terminalbronchus ausgehenden Lymphgefäßen zieht eines zur

Arterie und begleitet sie bei ihrem Verlauf. Dort, wo sich die Arterien miteinander zu einem größeren Gefäß verbinden, vereinigen sich auch die Lymphgefäße zu einem verhältnismäßig größeren Gefäß. Es finden sich nicht nur vom Terminalbronchus zur Arterie ziehende Lymphgefäße, sondern es ziehen auch Lymphgefäße zur Arterie von dem durch die Verzweigung eines Bronchus gebildeten Winkel.

Die kleineren Arterien haben aber nur ein einziges sie begleitendes Lymphgefäß. Die größeren Arterien haben gewöhnlich zwei Hauptlymphgefäße, welche einander entgegengesetzt liegen und durch zahlreiche Verbindungen eine Art Netzwerk um sie bilden; aber nie so reiche Maschen, wie sie A. BUDGE (Untersuchungen über die Entwicklung des Lymphsystems beim Hühnerembryo. Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt. 1887) um embryonale Gefäße abbildet.

Lymphgefäße verbunden mit Venen. Die übrigen zwei der drei vom Terminalbronchus ausgehenden Lymphgefäße gehen je eines an jeder Seite zu den kleinen Venen, welche von diesem Punkte abgehen. Es fanden sich auch Lymphgefäße, welche vom Bronchus zu denjenigen Venen gehen, welche sich an dem Punkte finden, wo ein Zweig den Hauptbronchus verläßt. Es findet sich also an den Verzweigungsstellen der Bronchi dasselbe Verhalten der Lymphgefäße, wie am Trachealbronchus: drei Lymphgefäße, eines zur Arterie, zwei zu den Venen.

Endlich begleitet ein Lymphgefäß die Venen, welche zur Pleura gehen, dasselbe verbindet sich mit dem Lymphgefäßnetz der Pleura.

Kleine Venen haben ein Lymphgefäß, größere Venen haben derer zwei, bisweilen drei, deren Verbindungen ein langmaschiges Netzwerk um die Venen bilden.

Lymphgefäße der Pleura. An der Oberfläche der Lunge findet sich ein ausgedehntes Netzwerk von größeren Lymphgefäßen, in dessen Maschen ein Netzwerk feiner Gefäße liegt. Die Lymphgefäße der Pleura bilden am Hilus der Lunge drei, vier oder fünf große Stämme, welche an diesem Punkt mit den zur Lunge gehörenden Lymphgefäßen anastomosieren.

Entlang dem Rande der Lunge treten die großen Lymphgefäße der Pleura oft nur für eine kurze Strecke in die Lunge ein und kommen dann wieder zur Oberfläche. An diesen Stellen geben sie jedoch keine Zweige zu den Lymphgefäßen der Lunge ab.

Die Lymphgefässe der Pleura haben zahlreiche Klappen, welche den Übertritt der Injektionsmasse in die Lymphgefäße der Lunge verhindern.

Die von KLEIN *75* zwischen den Epithelzellen der Pleura beschriebenen Stomata vermißt MILLER ebenfalls. (W. S. MILLER *96*.)

1900 gibt W. S. MILLER folgende ergänzende Darstellung:

1. Lymphgefäße der Bronchien. Diejenigen Bronchialäste, welche noch Knorpelringe haben, weisen zwei Plexus von Lymphgefäßen auf, einen an der Innenseite des Knorpels unter dem Epithel, den anderen an der Außenseite des Knorpels. Ersterer ist feiner, wie schon TEICHMANN erwähnte. Beide Plexus anastomosieren. Feinere Rami bronchiales und Bronchioli weisen nur einen Plexus auf, welche in der Verlaufsrichtung der Bronchioli in die Länge gezogen sind. Dieser Plexus nimmt sowohl in der Größe der Gefäße, als auch in der Größe der Maschen ab, bis er an den Alveolargängen in drei dünnen Gefäßen endigt, von denen zwei zu den an diesem Punkte entspringenden Venen ziehen, das dritte zieht zur Arterie. Jenseits der Alveolargänge sind keine Lymphgefäße vorhanden.

Es besteht aber nicht nur an den Alveolargängen ein Zusammenhang zwischen den Lymphgefäßen der Bronchien und denjenigen der Blutgefäße, sondern es laufen auch an den Teilungsstellen der Bronchien Äste von dem bronchialen Netzwerk aus zu den Venen, welche dort abgehen, und zu der Arterie; wir haben hier also dasselbe Verhältnis, wie an den Alveolargängen.

Die von SIKORSKY und KLEIN beschriebenen Gefäße zwischen den Epithelzellen der Bronchien findet W. S. MILLER nicht.

Überall, wo Lymphgefäße zusammentreffen, sind kleine dreieckige Erweiterungen (Lakunen) vorhanden (besonders an den Teilungsstellen der Bronchien), sie scheinen im Zusammenhang zu stehen mit dem adenoiden Gewebe, das an diesen Stellen von ARNOLD, KLEIN, BURDON-SANDERSON u. a. beschrieben worden ist.

Pigment findet sich, wenn es überhaupt vorhanden ist, entlang den Lymphgefäßen der Bronchien; an der Teilungsstelle der Bronchien steht es besonders mit den Lakunen, und mit dem dort vorhandenen adenoiden Gewebe in Zusammenhang.

2. Lymphgefäße der Arterien werden im wesentlichen in derselben Weise geschildert, wie dies oben nach der vorläufigen Mitteilung MILLERS wiedergegeben wurde.

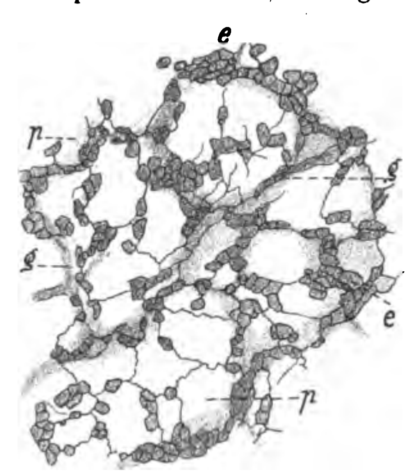


Fig. 348. **Lunge der Katze,** mit Silbernitrat injiziert. Wandstück eines Bronchiolus respiratorius. *g* Grenzen der Alveolen, *e* kleine, *p* große platte Alveolarepithelzellen. Vergröß. 200fach, reduziert auf $^{9}/_{10}$. (Nach V. EBNER *99*.)

3. Lymphgefäße der Venen. Nach Wiedergabe der Befunde der vorläufigen Mitteilung fügt MILLER noch bei: Da, wo sich die Lymphgefäße, welche die zur Pleura gehenden Venen begleiten, in das Lymphgefäßwerk der Pleura einsenken, ist stets eine wohl ausgebildete Lakune vorhanden, und wenn sich irgendwo an der Oberfläche der Lunge Pigment findet, so ist dies sicher in der Umgebung dieser Lakune der Fall. Pigment kann sich auch an den Lymphgefäßen der Venen finden, ist aber nicht so reichlich als an denjenigen der Arterien.

Nach der Angabe von WYWODZOFF, KLEIN u. a. entwickeln sich die Lymphgefäße der Lungenarterien und -venen aus feinen Kanälchen, welche in der Wandung der Luftsäckchen (Infundibula) gelegen sind. Solche Kanälchen finden sich nach W. S. MILLER nicht. Die Bilder WYWODZOFFS (besonders seine Fig. 8 [siehe oben p. 710, Fig. 347] und 9) sind Kunstprodukte (Ergebnisse der Ruptur eines Lymphgefäßes). Die Zellen, welche er „Epithelien" nennt, waren vermutlich „Phagocyten". Deren Einschlüsse müssen Kohlenteilchen gewesen sein, wie dies in jeder Lunge beobachtet werden kann.

Auch KLEINS Taf. IV, Fig. 19 zeigt ein Lymphgefäß in einem derartigen Größenverhältnis, daß uns diese Tatsache allein zur Annahme eines Kunstproduktes drängt.

Niemals hat W. S. MILLER in den Wänden der Luftsäckchen (Infundibula) irgend etwas gefunden, das er Lymphgefäß oder Lymphkapillaren nennen könnte.

Lymphgefäße der Pleura: Während nach WYWODZOFF beim Hunde nur die tiefen Lymphgefäßstämme Klappen enthalten, findet W. S. MILLER die Lymphgefäße der Pleura mit zahlreichen Klappen versehen.

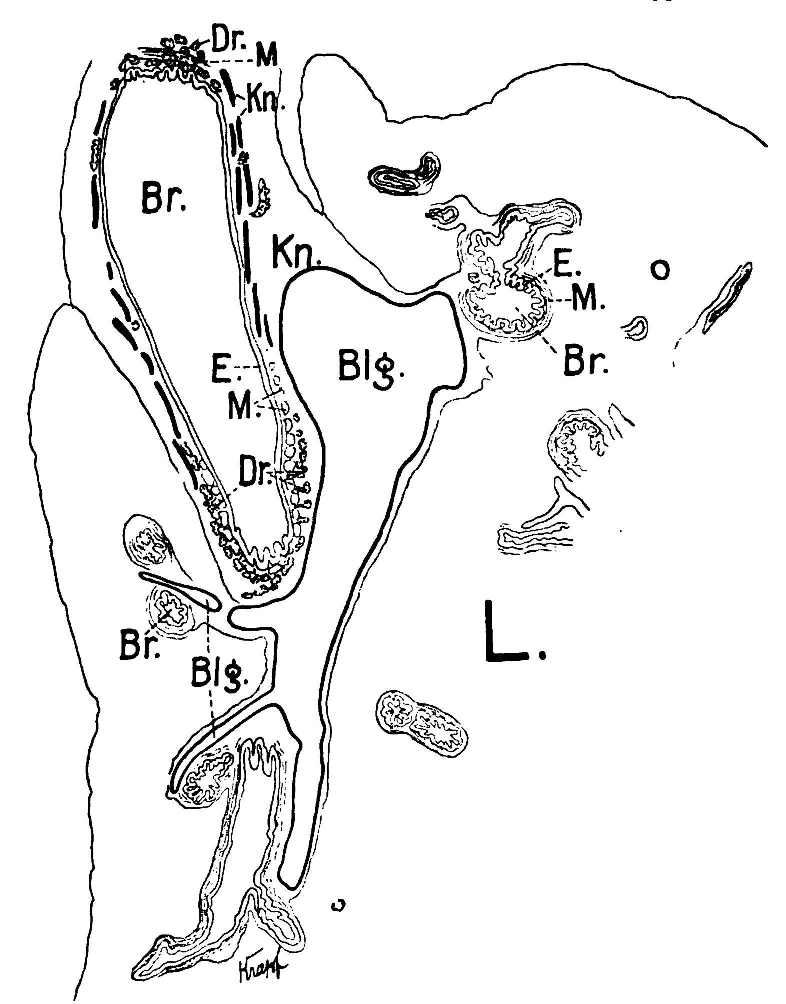


Fig. 349. **Lunge vom Igel, Erinaceus europaeus.** Der Schnitt zeigt den Eintritt eines großen Bronchus in einen Lungenlappen *L*. *Br* Bronchien, *E* deren Epithel, *M* Muskulatur, *Kn* Knorpel, *Dr* Drüsen, *Blg* Blutgefäße. Vergröß. 14fach, reduziert auf $^3/_4$.

„Eine Quelle vieler irreleitender Angaben über die Lymphgefäße der Pleura ist in der Tatsache zu finden, daß bei der gewöhnlichen Einstichmethode die Kanüle anstatt in ein Lymphgefäß in das Bindegewebe eindringt, welches die Zwischenräume zwischen den Alveolen ausfüllt. Dann breitet sich die Injektionsmasse in dem Bindegewebe aus und läßt ein Netzwerk von Linien entstehen, welche einigermaßen Lymphgefäßen ähneln und ungefähr den Grenzlinien der Läppchen gleichen; zwischen

diesen verläuft dann noch ein Netz feinerer Linien, welche den Luftsäckchen und Alveolen entsprechen." / (W. S. MILLER *00a.*)

Wie die Lunge des Hundes, so gehört auch die Lunge von **Fuchs** und **Dachs** zu denjenigen Objekten, welche infolge der Dichtigkeit des Gewebes und des reichen Ausbaues der einzelnen Abschnitte die Anordnung der Lufträume nur schwer erkennen lassen. Doch läßt sich aus der weitgehenden Übereinstimmung in Einzelheiten, welche mich meine Präparate bei allen dreien lehren, schließen, daß auch die Lunge von Fuchs und Dachs diejenige Gliederung im ganzen zeigen wird, welche für die Lunge des Hundes bekannt ist und welche der für die Säugetiere typischen entspricht.

Felis domestica. Aus der Katzenlunge gebe ich in Fig. 348 eine Abbildung nach v. EBNER *99*, darstellend das respiratorische Epithel in der Wand eines Bronchiolus respiratorius nach Versilberung.

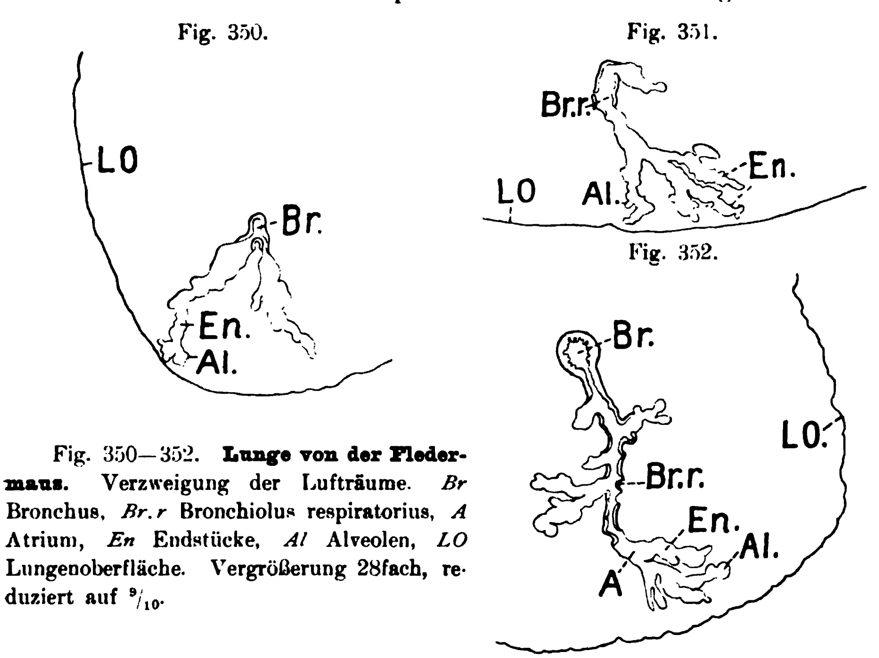


Fig. 350—352. **Lunge von der Fledermaus.** Verzweigung der Lufträume. *Br* Bronchus, *Br.r* Bronchiolus respiratorius, *A* Atrium, *En* Endstücke, *Al* Alveolen, *LO* Lungenoberfläche. Vergrößerung 28fach, reduziert auf $^{9}/_{10}$.

Insectivora.

Wenn auch die Anordnung der Lufträume in der Lunge der von mir untersuchten Vertreter der Insektivoren (Erinaceus europaeus und Talpa europaea) aus denselben Gründen wie bei den Karnivoren schwer zu erkennen ist, so konnte ich doch wahrnehmen, daß auch hier die für Säugetiere wesentlichen Bestandteile vorhanden sind. Die Atria sind deutlich und geräumig.

Erinaceus europaeus, Igel. In Fig. 349 habe ich einen Schnitt durch die Eintrittsstelle eines großen Bronchus mit den Gefäßen in die Lunge samt Verzweigung dieser Stämme, soweit sie in diesem Schnitt sichtbar ist, dargestellt. Der Bronchus ist reich an Drüsen (*Dr*), welche meist den REISSEISENschen Muskel *M* durchbrechen.

Chiroptera.

Vespertilio murinus. Vespertilio murinus ist ein recht geeignetes Objekt für Erkenntnis des Zusammenhangs der Lufträume der Lunge.

wenn hier auch vielleicht die Verhältnisse nicht so leicht zu erkennen sind, wie bei Ziesel, Tanzmaus, Manis javanica, manchen Marsupialiern und Echidna. Die Figuren 350, 351 und 352 stammen sämtlich aus der Lunge ein und derselben Fledermaus. In besonders ausgedehnter Strecke erscheint der Zusammenhang der Lufträume in Fig. 352, welche von einem verhältnismäßig großen Bronchus *Br* durch alle für Säugetiere typischen Abstufungen zu den Endräumen führt.

Auch bei **Plecotus auritus** und **Rhinolophus hippocrepis** finde ich die Anordnung sehr klar und übersichtlich. Bei letzterem Tier sind die Endstücke von beträchtlicher Länge, auch die Alveolargänge sind räumlich mehr ausgedehnt als bei Vespertilio murinus.

Primates.

EHLERS *81* beschreibt die Lunge von Gorilla und Chimpanse eingehend makroskopisch.

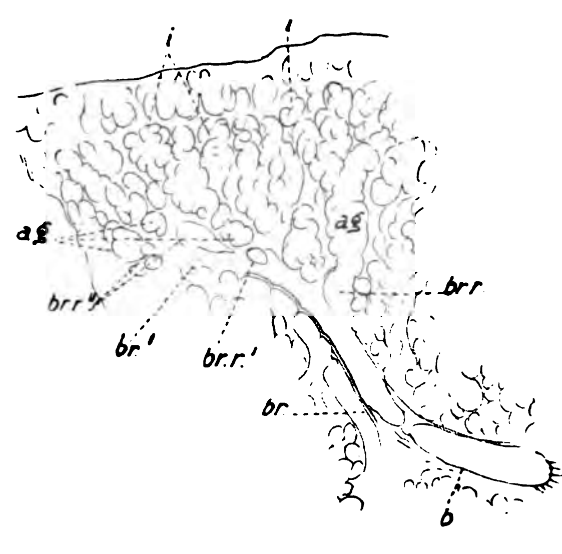


Fig. 353. **Lunge des Menschen** (Hingerichteter). Versilberter Schnitt senkrecht auf die Oberfläche mit dem Ende eines Bronchialästchens. *b* Bronchiolus mit Flimmerepithel ohne Becherzellen und Alveolen, *br*, *br'* Bronchiolus respiratorius mit einzelnen Alveolen und gleichartigem Epithel, *br. r*, *br. r'* aus diesem Bronchiolus entspringende Bronchiolen mit doppeltem Epithel, *br. r''* Endteilung derselben in zwei solche Bronchiolen, *ag* Alveolengänge, *i* Infundibula. Vergrößerung 10fach, reduziert auf 4/5. Nach KÖLLIKER *81*.)

Mensch.

Den feineren Bau der menschlichen Lunge schildern die zahlreichen Lehrbücher der mikroskopischen Anatomie und Histologie des Menschen. Es würde zu weit führen, alle jene in der Form so verschiedenen, aber in ihrem Inhalt (oft bis auf verschiedene Stellungnahme in nebensächlichen Fragen) sich so sehr gleichenden Texte hier zu vergleichen. Die Autoren hatten eben einmal die Aufgabe, ein bestimmtes Quantum überlieferten Wissens vor ihren Lesern zu entrollen und manche (so z. B. LAGUESSE *01* und W. S. MILLER *02*) konnten auch noch eigenes dazugeben. Entsprechend mannigfaltig in ihren Darbietungen sind jene Werke, was die bildliche Darstellung der untersuchten Präparate anlangt, und ich verweise besonders auf die Figuren, welche sich in den neuen Werken und Auflagen, so z. B. von BÖHM und v. DAVIDOFF *03*, v. EBNER *99*, LAGUESSE *01*, W. S. MILLER *02*, SOBOTTA *02*, STÖHR *01*, SZYMONOWICZ *01* und anderen finden.

Es scheint für eine vergleichende Anatomie, wie es die meinige ist, nicht erforderlich, alle jene Abbildungen, die ja in erster Linie den

Menschen im speziellen schildern sollen, vollzählig hier anzuführen. Immerhin habe ich einige derselben zur Wiedergabe ausgewählt.

Hinsichtlich der makroskopischen Anatomie der menschlichen Lunge verweise ich auf die Lehrbücher der Anatomie des Menschen, von denen ich die neue Bearbeitung des Stoffes durch MERKEL *02* deshalb erwähne, weil dieser Autor in jedem Kapitel (sei es in eigenen Abschnitten, sei es im fortlaufenden Text) eingehende Rechenschaft darüber gibt, woraus die Dinge, welche da makroskopisch geschildert werden, ihrem mikroskopischen Bau nach im Lichte neuester Forschung eigentlich bestehen.

Bronchioli respiratorii: / KÖLLIKER gibt an, daß die Bronchien bis zum Durchmesser von 0,5—0,4 mm noch Becherzellen zeigen, dann folgen die respiratorischen Bronchiolen (Bronchioli respiratorii). Letztere erscheinen:

1. als Röhren mit gleichmäßigem zylindrischem Flimmerepithel;
2. als Bronchiolen mit zweierlei Epithel, einmal Zylinder- oder

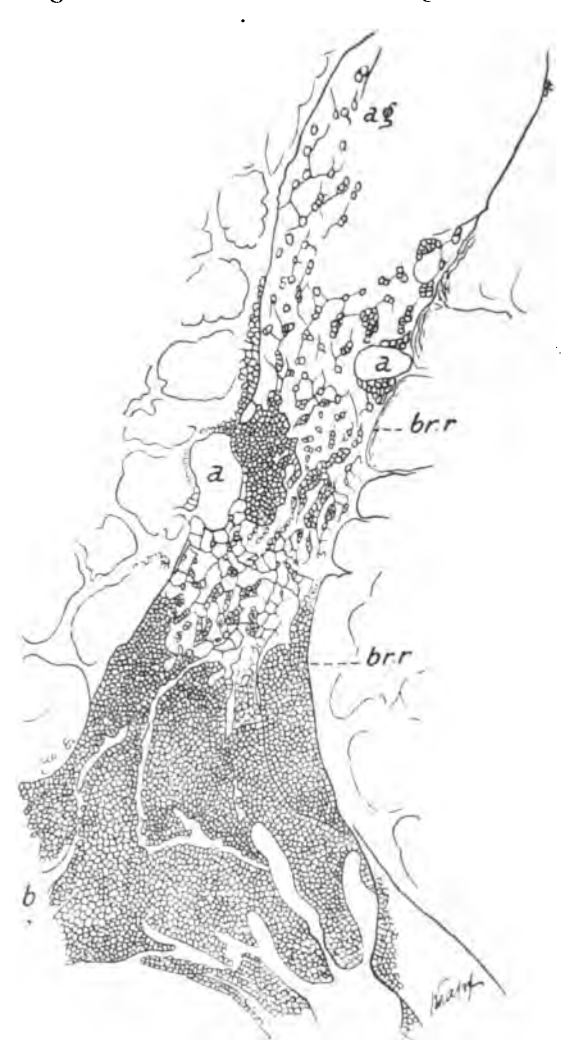


Fig. 354. **Ein Bronchiolus des Menschen,** versilbert (Hingerichteter). *b* Bronchiolus mit zweierlei Epithel, ohne Becherzellen und Alveolen, *br.r* Bronchiolus respiratorius mit doppeltem Epithel, *a* Alveolen desselben, *ag* Alveolengang. Vergröß. 72fach, reduziert auf 9/10. (Nach KÖLLIKER *81*.)

kleinen Pflasterzellen und zweitens großen polygonalen Platten; 2. sind die unmittelbare Fortsetzung von 1. Beide (1. und 2.) tragen wandständige kleine Alveolen in mäßiger Menge, wie die auf sie folgenden Alveolengänge.

Die Umwandlung des Epithels, zylindrisches Flimmerepithel in kleinzelliges Pflasterepithel und dann in das Plattenepithel erfolgt zuerst an einer Seite nur, dann wandelt sich das Epithel an zwei Dritteilen der Wand, dann an der ganzen Wand um und so gestaltet sich der Bronchiolus respiratorius zum Alveolengang um (siehe Fig. 353 u. 354).

Die trennenden Leisten der allmählich zahlreicher werdenden Alveolen tragen noch Nester von Pflasterzellen. KÜTTNERS *76* Bild paßt nur auf diese Stellen, nicht auf die Alveolen der Infundibula, deren Trennungsleisten nie größere Mengen kleiner Pflasterzellen führen. (KÖLLIKER *80 b.*)

/ Die Alveolengänge schließen sich zu mehreren an die Bronchioli respiratorii an. / (KÖLLIKER *81.*)

/ Die Länge der Bronchioli respiratorii ist eine ganz erhebliche und kommt derjenigen der Alveolengänge gleich oder übertrifft dieselbe noch.

Es ergab sich mit großer Wahrscheinlichkeit, daß die Teile der Lungen, die beim Gasaustausche eine Rolle spielen, noch um ein Erhebliches weiter hinaufgerückt werden müssen, als man früher gewußt hatte. (KÖLLIKER *80 b.*)

/ Bronchiolen mit einerlei Epithel, aber ohne Becherzellen, zum Teil mit Alveolen. Die Länge dieser Bronchiolen wurde gemessen zu 1,56. 2,41, 2,56, 2.85, 3,13, 3,42 mm, im Mittel 2,65 mm und die Weite zu 0,34, 0,34, 0,42, 0.45, 0,48, 0,51, 0,71 mm. im Mittel 0,46 mm. Alveolen werden nicht in allen solchen Bronchiolen beobachtet, und wo sie vorkommen, sind sie spärlich. Die Weite derselben beträgt 0,030, 0,064, 0.083, 0,085, 0,090 mm.

Bronchioli respiratorii mit zweierlei Epithel und Alveolen. Die Länge dieser Gänge wurde in fünf Fällen bestimmt zu 1,71. 1,71. 1,71, 1.28, 1,42 mm, was ein Mittel von 1,56 mm ergibt. Ihre Weite betrug 0,28, 0,34, 0,39, 0,42, 0,42 mm, im Mittel 0,37 mm. / (KÖLLIKER *81.*)

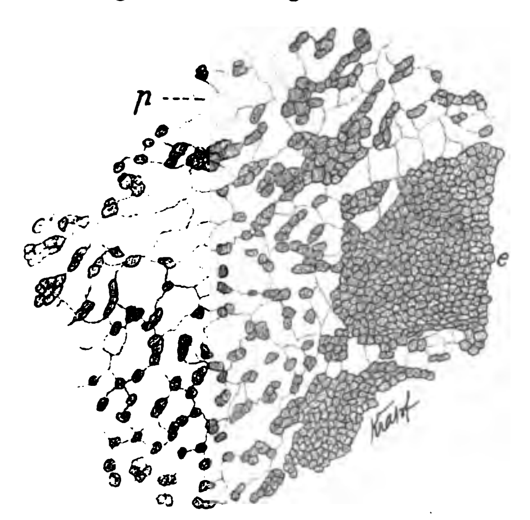


Fig. 355. **Lunge vom Menschen,** mit Silbernitrat injiziert. Vergr. 200fach. Übergang eines Bronchiolus in einen Bronchiolus respiratorius mit doppeltem Epithel. *e* Einfaches Epithel; *p* große platte, *c'* kleine Epithelzellen des Bronchiolus respiratorius. Vergr. 200fach, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach v. EBNER *99.*)

/ Die aus der Vereinigung der Alveolengänge der feinsten Läppchen durch einfache Verschmälerung hervorgehenden kleinsten Luftröhrenzweigchen (Bronchioli) von 0,22--0,35 mm sind anfangs noch von einfachen Luftzellen, welche man wandständige nennen kann, besetzt (Bronchioli respiratorii, KÖLLIKER) (siehe Fig. 355).

An den Bronchioli respiratorii ist die glatte Muskulatur noch bis an die Alveolen in ringförmigen Bündeln zu verfolgen, während die Schleimhaut auf eine äußerst dünne Schicht reduziert erscheint und das Epithel fast auf den Muskeln aufsitzt. Ebenso stellt die äußere Faserhaut nur mehr eine kaum nachweisbare Schicht dar. / (V. EBNER *99.*)

/ In der Wand des Bronchiolus respiratorius findet sich eine kontinuierliche ziemlich starke Schicht hauptsächlich längsverlaufender elastischer

Fasern. Wenn LINSER auch nicht unbedingt eine respiratorische Funktion für diese Abschnitte bestreiten möchte, so scheint dieselbe doch bei der Dicke der elastischen Membran und der Anordnung der Blutgefäße jenseits derselben wenig wahrscheinlich **(siehe Taf. III, Fig. 17 und 18)**. / (LINSER *00*.)

Ductuli alveolares. / Die aus den feinsten Läppchen hervorgehenden Luftgefäße sind anfangs noch von einfachen Luftzellen besetzt, welche man parietale nennen kann. / (KÖLLIKER *50/54*.)

/ Alveolargänge mit respiratorischem Epithel: Länge 0,85, 1,14, 1,40, 1,70, im Mittel 1,27 mm; Breite 0,17, 0,22, 0,28, 0,31, 0,37, im Mittel 0,27 mm. / (KÖLLIKER *81*.)

/ Der Übergang der feinsten Bronchien in die ausgebuchteten Gänge (Alveolargänge, F. E. SCHULZE: Intercellular passages Rainey, Medico-chirurg. Transact., Vol. XXVIII, p. 581) erfolgt in einer Entfernung von 2—4 mm von der Lungenoberfläche, während im Innern der Lunge die Alveolargänge die Zwischenräume ausfüllen, zwischen den Gefäß- und Bronchialästen, und deshalb sind auch hier die Alveolen in Form und Gruppierung minder regelmäßig. An den isolierbaren Alveolargängen werden die Alveolen der Seitenwände parietale, die des blinden Grundes terminale genannt. (Nach SCHULTZ und WATERS dagegen heißen terminal die Alveolen des ganzen Infundibulums, parietal [bronchial alveoli WATERS] die Alveolen, die sich in dem zylindrischen Teil des Alveolarganges finden.)

Die Alveolargänge sind bei Kindern verhältnismäßig länger, d. h. der Übergang der Bronchien in Alveolargänge findet verhältnismäßig früher statt als beim Erwachsenen. / (HENLE *73*.)

/ In den Alveolengängen reihen sich, wie TOLDT wenigstens beim Menschen im jugendlichen Zustande findet, nicht eine Alveole der anderen unmittelbar an, sondern sie sind mehr oder weniger zerstreut. Die Verästigung der Alveolengänge erfolgt unter fast rechten Winkeln, und zwar so, daß dabei der Durchmesser derselben nicht erheblich abnimmt. / (TOLDT *88*.)

/ Die Alveolargänge stimmen in ihrem Bau mit dem der Alveolen überein. / (BERDAL *94*.)

LAGUESSE *01*, p. 32ff. beschreibt die Alveolargänge (canaux alvéolaires) eingehend in Bild und Wort nach Schnitten und Modellen, doch faßt er damit auch jene Abschnitte zusammen, welche wir gelernt haben, als Atrium und Endstücke von den Alveolargängen zu unterscheiden.

Atrium: / Den Ausdruck „Atrium" führt RAUBER im Sinne MILLERS auch für den Menschen ein. / (RAUBER *97*.)

Auch BÖHM und v. DAVIDOFF *03* haben das Atrium beim Menschen aufgefunden.

Alveolen, / Zahl: AEBY schätzte die Gesamtzahl der Alveolen auf 404 Millionen beim Manne und 322 Millionen beim Weibe. Diesen Zahlen würde eine Gesamtoberfläche der Alveolen von 50—40 qm während der tiefsten Exspiration und von 129—103 qm während der tiefsten Inspiration entsprechen. / (v. EBNER *99*.)

Größe und Form der Alveolen und Endstücke (Infundibula). (Vergl. auch oben p. 642ff. die Angaben ROSSIGNOLS, F. E. SCHULZTS u. a., soweit dieselben den Menschen betreffen.) / Die Größe der Luftbläschen beträgt im Tode beim Mangel jeder Ausdehnung $^1/_6$, $^1/_{10}$—$^1/_{18}$‴. Das Luftbläschen kann sich vermöge seiner Elastizität auf das Doppelte und Dreifache erweitern, ohne zu zerreißen. / (KÖLLIKER *50/54*.)

/ Der alveoläre Bau ist in der menschlichen Lunge viel ausgesprochener als bei der Froschlunge, die Septa sind in der ersteren viel höher als in der letzteren, aber auch viel dünner und schmäler. / (ARNOLD *63b.*)

/ Die Größe der Luftzellen der menschlichen Lunge beträgt im Tode 0,37—0,22—0,16 mm. / (KÖLLIKER *67.*)

/ Der Durchmesser der Alveolen beim Menschen ist ungefähr 20 mal größer, als der der Blutkapillaren ihrer Wände. / (CARPENTER *69.*)

/ Der Durchmesser und die Dehnbarkeit der Alveolen nimmt von der Geburt bis zum Greisenalter beständig ab. / (HENLE *73.*)

/ 10 bis 20 und mehr Alveolen tragen zur Bildung eines Endsäckchens bei. / (TOLDT *88.*)

/ Die Infundibula entsprechen den kleinsten Läppchen traubenförmiger Drüsen. Ihr größter Durchmesser schwankt von 0,5—1—2,2 mm. Die Größe der Alveolen wechselt von 0,15 bis 0,35 mm, doch können sie um das Doppelte und Dreifache erweitert werden, ohne zu reißen, um darauf den früheren Zustand wieder zu erreichen. / (RAUBER *97.*)

/ Bau der Alveolen. Elastische Fasern in der menschlichen Lunge wurden von SCHRÖDER VAN DER KOLK erkannt und abgebildet. / (SCHRÖDER VAN DER KOLK *45/46.*)

/ Die elastischen Fasern der Lungenzellen bildete schon R. WAGNER (Icones physiol. Tab. 15, Fig. 6a) ab. Über die Natur derselben konnte kein Zweifel bestehen nach den Untersuchungen von SCHRÖDER VAN DER KOLK (Nederl. Lancet, 2e Serie, I, 401) und von MOLESCHOTT (ebenda 735); nur nahm der letztere unrichtiger Weise auch Muskelfasern in den Wandungen der Lungenbläschen an. / (DONDERS *56.*)

/ Die Lungenbläschen besitzen nur noch zwei Lagen, eine Faserhaut und ein Epithel. Erstere besteht aus einer homogenen bindegewebigen Grundlage samt elastischen Fasern und vielen Gefäßen. Die elastischen Fasern treten in Form von Platten und Balken auf, welche besonders an den Kanten der Luftzellen sowie um die Mündungen derselben herum verlaufen, anastomosieren und so einen festeren Rahmen bilden, zwischen dem die weicheren die Blutgefäße tragenden, mehr bindegewebigen Teile der Luftalveolen ausgespannt sind. Von den Balken aus gehen zum Teil sehr feine elastische Fasern in die übrigen Wände der Lungenbläschen hinein und vereinen sich in denselben zu einem weiten Netz. Das Bindegewebe tritt vor der Menge des elastischen Gewebes ganz zurück und kommt sozusagen nur in den Wänden der Alveolen zwischen den elastischen Balken als Verbindungssubstanz der zahlreichen Kapillaren zum Vorschein. Eine strukturlose Haut unter dem Epithel der Lungenbläschen besteht nicht als eine von den elastischen Elementen getrennte Haut; gelangt ihre Fortsetzung aus den übrigen Lungenwegen auch in die Alveolen, so nimmt sie hier die elastischen Elemente auf und verschmilzt mit ihnen. (Siehe darüber unten die Angaben von KÖLLIKER *67*). / (KÖLLIKER *50/54.*)

/ Die Wände der Lungenbläschen enthalten nur in geringer Menge ein ziemlich homogenes Bindegewebe, darunter viele feine, netzförmig verbundene elastische Fasern, welche an den Mündungen der Alveolen in die trichterförmige Höhle meistens ringförmig verlaufen und in größerer Menge vorhanden sind. / (DONDERS *56.*)

/ Die Wandungen der Lungenbläschen des Menschen werden aus einem mehr homogenen Bindegewebe und reichlichen Zügen elastischer Fasern aufgebaut. Die letzteren bilden ein ziemlich dichtes Netz, dessen

einzelne Elemente aber gewöhnlich sehr zart und fein sind, auch das Bindegewebe zeigt nicht einen dicht fibrillären Bau, sondern ist mehr homogener Natur mit eingestreuten Netzen von Bindegewebskörperchen; die Kerne dieses Gewebes sind sehr klein (0,001—0,002 Linien) und relativ sehr spärlich, nicht, wie vielfach behauptet wird, groß und zahlreich. Erst in den interalveolären Septen erhalten die Bindesubstanzen einen mehr fibrillären Bau, ebenso werden die elastischen Faserzüge erst hier etwas massiger./ (J. ARNOLD *63 b.*)

/ „Die Wand der Lungenbläschen besteht aus einer gleichartigen Bindegewebsschicht und den elastischen Fasernetzen, und zerfällt mehr weniger scharf in zwei Lagen, von denen die innere, äußerst zarte die Kapillaren bekleidet und ganz gleichartig ist, während die äußere allein die elastischen Fasern trägt und die Gefäße eingebettet enthält. Bei gewissen Tieren läßt sich die erstere Schicht für sich darstellen, was jedoch beim Menschen nicht der Fall ist, bei welchem dieselbe untrennbar mit der Grundsubstanz zwischen den Blutgefäßen und Fasernetzen zusammenhängt. Immerhin ist dieselbe unzweifelhaft die Fortsetzung der oben beschriebenen hellen Grenzschicht der Mucosa, der Trachea und der Bronchien.“ / (KÖLLIKER *67.*)

/ Die Begrenzungshaut der Alveolen und das Substrat ihres Gefäßnetzes ist eine wasserhelle, strukturlose, sehr zarte Basalmembran, welche in den Lücken des Gefäßnetzes Zellenkerne und an ihrer Außenseite feine elastische Fasern trägt. Die elastischen Fasern umziehen in dichten Bündeln ringförmig die Mündungen der Alveolen, sind also in größter Menge in den Scheidewänden derselben angesammelt, während der Grund der Alveolen nur sehr weitläufige Netze feiner, gewundener Fasern zeigt, durch welche jene Ringe miteinander in Verbindung stehen. / (HENLE *73.*)

/ Die Wand der Alveolen und Lobularpassagen besteht aus einer sehr dünnen und zarten fibro-elastischen Membran, welche an ihrer Oberfläche von einschichtigem Pflasterepithel bedeckt ist. Die fibro-elastische Membran besteht aus sehr zartem Bindegewebe, in welches wenig Körperchen eingebettet sind. Ihre elastischen Fasern sind deutlich und doch weniger zahlreich am Grund der Alveolen und zahlreicher in den Septen, sie zeigen eine ringähnliche Anordnung rund um die Mündung der Alveole, wo sie mit der Lobularpassage kommuniziert. / (TURNER *77.*)

/ Die Alveolen haben eine membranöse strukturlose Grundlage, welche allenthalben eine Stütze durch reichlich entwickelte, elastische Fasernetze erhält. In den Alveolengängen sind diese im allgemeinen in zirkulärer Richtung geordnet. Wo Alveolen aufsitzen, ist deren Basis (Eingangsebene) durch einen kreisförmigen Zug dicht verfilzter, elastischer Fasern gestützt, und von diesem zweigen sich einzelne dünne, gabelig verästelte Fäserchen ab, um über die ganze Wandung der Alveolen ein zartes Maschenwerk zu bilden. „Ganz übereinstimmend verhalten sich die elastischen Fasernetze an den Alveolen, welche, dicht aneinander gereiht, die Wandungen der Endsäckchen zusammensetzen“ (s. Fig. 356). „Eine jede derselben ist an ihrem Eingang von dem gemeinschaftlichen Hohlraum her durch einen dichteren Zug elastischer Fasern umkreist, während an ihren Seitenteilen und an ihrem Grund einzelne, verzweigte Fäserchen ein weitmaschiges Netzwerk darstellen.“ / (TOLDT *88.*)

/ Die bindegewebige Grundlage der Alveolen besteht aus einer Membrana propria und elastischen Fasern.

Die elastischen Fasern bilden Ringe um die Alveolargänge und im Niveau jeder Mündung der Alveole oder des Infundibulum. Die Ringe

der Infundibula sind dicker als die der Alveole, sie werden von dickeren Fasern gebildet. Man kann mit GRANCHER *90* drei Arten von Fasern unterscheiden: Fasern der Mündung, gemeinschaftliche Fasern und Fasern des Sackes./ (BERDAL *94.*)

/Die aus elastischen Netzen bestehende Adventitia des Endbronchus erstreckt sich auf die Infundibula und von dort auf die Alveolen weiter; als Gerüstsubstanz bilden sie einen sehr wesentlichen Teil der Alveolarwand. Zwischen dem Netz von elastischen Fasern, welche die Wand der Alveolen bilden, liegt ein Netz von sternförmigen Bindegewebszellen, dieselben sind gewöhnlich in ähnlich geformten, verzweigten Höhlen gelegen, welche die Wurzeln der Lymphgefäße darstellen./ (E. KLEIN *95.*)

/Jenseits des Epithels besteht die Wand der Alveole aus einer hellen, fast strukturlosen, an dickeren Stellen deutlich fibrillären Grundlage mit ovalen Bindegewebskernen nnd vielen elastischen Fasern. An den Septen der Alveolen sind die elastischen Fasern ringförmig ange-

Fig. 356.

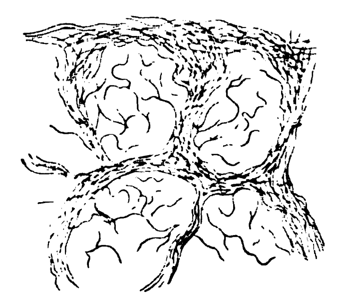


Fig. 357.

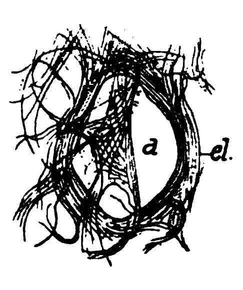


Fig. 356. **Lunge des erwachsenen Menschen.** Elastisches Gerüst der Alveolen. Zupfpräparat mit Zusatz von Natronlauge. Hartnack, Obj. VIII. Ok. 2. reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach TOLDT *88.*)

Fig. 357. **Lunge vom Menschen.** Ein Stückchen zerzupfter Lunge nach Behandlung mit Kalilauge. *a* Alveolenmündung, *el* elastische Fasernetze in der Wand derselben. Vergr. 300fach, reduziert auf $^9/_{10}$. (Nach V. EBNER *99.*)

ordnet; von diesem Ringe treten radiäre Fäserchen nach allen Richtungen ab, um die Wand der Alveole zu stützen. Auch an den Stielen der Infundibula sind die elastischen Fasern ringförmig geordnet./ (RAUBER *97.*)

/Die elastischen Fasern setzen sich in die respirierenden Hohlräume fort und bilden dort, eingelagert in eine sehr zarte Basalmembran, die Stütze der Kapillarausbreitung und die Grundlage des Alveolarepithels. Die elastischen Elemente sind es, welche bei der Exspiration eine Verkleinerung der Lunge bewirken./ (Fr. MERKEL *99.*)

/Außer dem Epithel besteht die Wand der Lungenalveolen, abgesehen von den Blutkapillaren, nur aus einem dünnen Häutchen, das man als Fortsetzung der Faserhaut samt der Schleimhaut der Bronchiolen betrachten kann und das zwischen zwei benachbarten Alveolen nur einfach, für beide Alveolen gemeinsam ist. An den Alveolengängen verschwinden die Muskeln. Die Wände, welche nur mehr durch die dicht aneinandergedrängten Scheidewände der Alveolen gebildet werden, haben den Bau dieser Scheidewände selbst. Diese bestehen aus einer Grundmembran, in welcher zur Verstärkung elastische Fasern von 1—4.5 μ Dicke (siehe Fig. 357), die sich verästeln, eingelagert sind und am Mündungsringe der Alveole gegen den Gang zu stärkeren, dicht aneinander

lagernden Faserbündeln sich verflechten, welche die Alveolenmündungen teilweise umkreisen und häufig unter T-förmiger Teilung in die Faserringe benachbarter Alveolen übergehen. Leimgebende Faserbündel fehlen in der Alveolenwand vollständig; nur dort, wo größere Gefäße an dieselben herantreten, findet sich, sowie zwischen den Läppchen, leimgebendes Bindegewebe. Die Scheidewände der Alveolen in den Alveolengängen können, abgesehen von den sie bedeckenden Epithelzellen und den Kernen der kapillaren Blutgefäße, auch noch einzelne Bindegewebszellen und Leukocyten enthalten. / (v. EBNER *99.*)

/ „Die Wandungen der Alveolen bestehen nur aus einer sehr dünnen, strukturlosen Basalmembran und sind von sehr feinen elastischen Fasern umsponnen. Der Eingang in jeden Alveolus, d. i. die Basis des Alveolus, ist von einem zirkulären Zug elastischer Fasern umgeben." / (SZYMONOWICZ *01.*)

/ In der Lunge des Menschen beschreibt LINSER in den Alveolen eine vollständige fibrilläre Wand, auf welcher die Blutgefäße, Epithelien und elastischen Fasern liegen. LINSER beschreibt die elastischen Fasern der menschlichen Lunge (siehe **Taf. III, Fig. 16**) folgendermaßen: Wenn wir von den großen individuellen Verschiedenheiten absehen, so finden wir in den Lungen von Erwachsenen auf den ersten Blick ein wirres Bild in der Anordnung der elastischen Fasern: die Alveolen sind bald von einer breiten Lage elastischer Fasern umgeben, bald nur von einer oder ein paar feinen Fibrillen, bald liegt die fibrilläre Grundsubstanz allein unter dem Epithel. Ein deutlicher Zusammenhang oder ein allmähliches Ineinanderübergehen der verschiedenen Formen besteht nicht. Die stärkste Entwicklung des elastischen Gewebes liegt immer in den Alveolarsepten vor, die gewissermaßen aus der allgemeinen Wand des Endbläschens vorspringen. Die Fasern sind hier sehr dick und ziehen gegen die Spitze des Septums, indem sie zuerst konvergieren und dann wieder ganz wenig auseinanderweichen, um von vorn bedeckt zu werden durch den Ring, der den Septumeingang in Gestalt mehrerer ziemlich dicker, elastischer Fasern umgreift. Aber auch außer diesen Zügen findet man in der Alveolenwand zahlreiche, scheinbar planlos eingestreute Anschwellungen des elastischen Gewebes. In den Alveolenwandungen ist ein Gerüstwerk von breiteren elastischen Fasern vorhanden, welches anscheinend hauptsächlich zur Stütze der Blutkapillaren dient, welche sich um diese Stränge herumschlängeln. Außer den dickeren Zügen verlaufen auch noch zahlreiche feinere Fasern in der Alveolarwand, die sich teils den Kapillaren anschließen, teils aber auch in der fibrillären Grundsubstanz hinziehen und hier ein Netzwerk bilden. Nur um die Stomata, die kleinen direkten Verbindungen benachbarter Alveolen, zieht sich gewöhnlich noch eine etwas dickere elastische Faser.

An den Alveolen weichen die Fasern auseinander und bilden so den erwähnten Ring um die Basis der Alveolen. Glatte Muskulatur findet man noch recht selten, hauptsächlich mit ringförmiger Anordnung der Zellen, in den Zwischenräumen zwischen den Alveolen. / (LINSER *00.*)

Alveolenporen: Über die Alveolenporen vergl. zunächst oben p. 645 ff.

/ Nach E. SCHULTZ *50* münden die Alveolen nur in die Infundibula, nicht auch ineinander.

Wie ADRIANI mit Recht meldet, findet man die Scheidewände zwischen den Luft(Drüsen-)bläschen eines Läppchens hie und da durchbrochen und auf isolierte Balken reduziert. / (KÖLLIKER *50/54.*)

/Auch 1867 erklärt KÖLLIKER die Meldung ADRIANIS für richtig, daß die Scheidewände zwischen den Alveolen eines Läppchens hie und da durchbrochen und auf einzelne Balken zurückgeführt sind./ (KÖLLIKER *67*.)

/Gegen ADRIANI *47*. p. 34, 41, welcher diese Kommunikationen der Alveoli und der Alveolargänge zuerst beschrieb, erklären sich SCHULTZ, KÖLLIKER (Mikr. Anat. II, Abt. 2, p. 312), WATERS und F. E. SCHULZE für die Selbständigkeit, insbesondere der Alveolengänge.

HENLE sagt weiter: „Die Kommunikation der Alveolen eines und desselben Ganges oder, mit anderen Worten, die Reduktion der Scheidewände auf Bälkchen habe aber auch ich an sonst gesunden Lungen erwachsener Individuen wiederholt gesehen, und wenn sie nicht ursprünglich und typisch ist, so gehört sie doch zu den Bildungsabweichungen, die wegen ihrer Regelmäßigkeit für gewisse Altersstufen normal genannt werden müssen."

„Nicht selten ist die Wand, welche je zwei Alveolen eines Alveolarganges scheidet, unterhalb des freien Randes durchbrochen, so daß statt derselben ein gleichsam freischwebendes, plattes Bälkchen von der einen Wand des Ganges zur anderen sich spannt. Auch kommen Kommunikationen der einander berührenden Alveolen benachbarter Gänge durch Vermittlung kreisrunder, scharfrandiger Öffnungen vor. Doch sind dies Anomalien, welche nur den Lungen reifer Individuen angehören, und von welchen es deshalb wahrscheinlich ist, daß sie Folgen einer teilweisen Atrophie und Resorption der Lungensubstanz sind. Als Regel gilt, daß die Alveolen eines Ganges nur durch den gemeinsamen zentralen Hohlraum, die Alveolargänge nur durch den Bronchialast, in welchen sie münden, Gemeinschaft miteinander haben." / (HENLE *73*.)

/Die Alveolen werden durch Septen getrennt, so daß sie miteinander nur durch die Lobularpassage kommunizieren. Bisweilen jedoch brechen diese Septen durch und gestatten benachbarten Alveolen zu kommunizieren. Alveolen benachbarter Infundibula kommunizieren nicht./ (TURNER *77*.)

/Bei erwachsenen Individuen und insbesondere im höheren Alter kommt es sehr häufig zu einem mehr oder weniger ausgebreiteten Schwund der Alveolensepta, so daß die Räumlichkeiten benachbarter Alveolen teilweise ineinander fließen./ (TOLDT *88*.)

/„Die Behauptung, daß die Lungenalveolen nicht blind enden, sondern untereinander kommunizieren, reicht bis auf MALPIGHI zurück; sie war völlig verlassen, bis DELAFIELD (Stud. in pathol. Anat. Newyork 1882, Vol. I.) und D. HANSEMANN (Math.-nat. Mitt. d. Akad. d. Wiss. in Berlin 1895, IX) sie wieder aufnahmen". v. EBNER hält die HANSEMANNsche Methode der Leiminjektion nicht für einwandsfrei und ist der Ansicht, daß man vorläufig eine regelmäßig vorkommende Kommunikation der Alveolen so lange wird in Zweifel ziehen müssen, bis sie durch andere Methoden bestätigt ist. W. S. MILLER *92* konnte bei seinen Injektionen keine Kommunikationen auffinden. Dagegen glaubt NICOLAS (Poiriers Traité d'anatomie, T. IV, fasc. 2, p. 525) in den dünnen Scheidewänden der Alveolen rundliche Lücken direkt gesehen zu haben und bildet eine solche auch ab. v. EBNER hat an mit Silberlösung gefüllten, sowie an mit Alkohol injizierten Lungen, von welchen letzteren die Schnitte stark mit Eosin gefärbt waren, vergeblich nach regelmäßigen Lücken gesucht, wenn ihm auch da und dort Bilder vorkamen, welche

eine sichere Entscheidung, ob es sich um zufällige Risse oder um präformierte Poren handle, schwer zuließen./ (v. EBNER *99.*)

/ HANSEMANNS Angaben über Alveolenporen haben in dem Lehrbuch von SZYMONOWICZ Aufnahme gefunden./ (SZYMONOWICZ *01.*)

/ LAGUESSE und D'HARDIVILLER haben beim 26jährigen kräftigen gesunden Erwachsenen an einigen sehr seltenen Stellen Kommunikation zwischen benachbarten Alveolen gefunden und betrachten dieses Verhalten, ebenso wie die Erweiterung gewisser Endalveolen, als eine Tendenz zum Emphysem. Obschon dieses Verhalten von einem gewissen Alter an sehr häufig sein mag, muß es als ein Anfang von Verletzung und nicht als der wirklich normale Zustand betrachtet werden./ (LAGUESSE ET D'HARDIVILLER *00.*)

/ „Durch feine Öffnungen (Poren) der Alveolarsepten kommunizieren benachbarte Alveolen miteinander." / (SOBOTTA *02.*)

Epithel. Betreffend das Epithel der menschlichen Lunge siehe auch das oben p. 168ff. u. 648ff. über das Lungenepithel der Wirbeltiere Gesagte. Dort war schon von den Untersuchungen KÖLLIKERS die Rede, denen wir die Kenntnis des menschlichen Lungenepithels verdanken. Daran schließt die folgende Schilderung (siehe unten KÖLLIKER *80a, b* und *81*) an.

/ Das Epithel der Lungenbläschen beschrieb KÖLLIKER einst als gewöhnliches Pflasterepithel von polygonalen Zellen in einfacher Lage unmittelbar der Faserhaut der Lungenbläschen aufsitzend. (Vergl. darüber die unten referierten Angaben von KÖLLIKER *67*, *80a, b* und *81.*) / (KÖLLIKER *50/54.*)

/ Die Epithelzellen der Alveolen, seltener die Flimmerepithelien, zeigen häufig eine Fettbildung im Inneren./ (KÖLLIKER *50/54.*)

/ „Mehr weniger vollständig werden sie" (die Alveolen) „von einem einfachen Pflasterepithelium bedeckt; dasselbe besteht aus rundlichen, nicht ganz aneinander anschließenden Zellen, in denen man Kerne und nicht selten auch Fettkörnchen wahrnimmt. Gleich unter diesen Zellen, in der Faserschicht, liegt das aus Ästen der Lungenarterie hervorgehende dichte Kapillarnetz." / (DONDERS *56.*)

/ In den dünnhäutigen Bronchien des Menschen sinkt das Flimmerepithel zu einer einzigen Schicht herab, die dann in den Endbläschen selbst die Flimmerhärchen verliert, was zuerst REMAK, gegenüber HENLE und VALENTIN, hervorhob./ (LEYDIG *57* p. 369.)

/ In den Gewebsmaschen liegen selten mehr als drei, sehr häufig nur eine Epithelzelle. ARNOLD nahm damals mit EBERTH noch einen zwar vollständigen, die Gefäße aber freilassenden Epithelbelag an./ (J. ARNOLD *63b.*)

/ Für das früher von KÖLLIKER beim Menschen für Lungenepithel gehaltene Epithel wurde die Deutung zweifelhaft und KÖLLIKER gibt die Resultate von EBERTH und ELENZ an Tieren wieder. Für den Frosch kann KÖLLIKER die Angaben von ELENZ bestätigen./ KÖLLIKER *67.*)

/ Auch HENLE nimmt an, daß im Lungenepithel die großen kernlosen Platten plattenförmigen Epithelzellen entsprechen, die aus den kleinen Zellen vielleicht infolge der Dehnung der Alveolen bei der Inspiration hervorgehen./ (HENLE *73.*)

/ Nach W. KRAUSE überkleiden in der menschlichen Lunge die größeren homogenen ganz dünnen Plättchen die in das Innere der Infundibula hervorragenden Septa zwischen den Alveolen ausschließlich./ (W. KRAUSE *76.*)

/ Beim Erwachsenen finden sich über den Haargefäßen viel ansehnlichere, gleichartigere, also blasse Zellen ohne Protoplasma mit einem Verschwinden der Kerne. BUHLS Anschauung, der das Alveolenepithel für ein lymphatisches Gefäßepithel ansehen will, ist mit der embryonalen Entwicklung des Organs ganz unvereinbar. / (FREY *76.*)

/ KÜTTNER *76* beschrieb schon vor KÖLLIKER (wie dieser selbst angibt) versilberte Alveolen. Die Alveolen werden nach KÜTTNER wesentlich von kernlosen großen Platten bekleidet, deren trennende Kittleisten hie und da zu kernhaltigen „Schaltzellen" oder „Schaltplatten" umgewandelt seien, welche als von den kleinen Pflasterzellen der Alveolarränder verschiedene Bildungen angesehen werden.

Die Küttnerschen Schaltzellen sind nichts anderes als die Zellen, welche seit EBERTH und ELENZ alle Forscher als kleine Pflasterzellen der Alveolen bezeichneten, und es liegt kein Grund vor, dieselben als etwas von den kleinen Pflasterzellen der Bronchioli respiratorii und Ductus alveolares Verschiedenes anzusehen. / (KÖLLIKER *81.*)

/ Alle Alveolen und die Alveolengänge besitzen das von ELENZ *64* beschriebene gemischte Epithel, sowohl in ihren Vertiefungen als auf den Trennungsleisten und es fehlen hier größere Nester kleiner Pflasterzellen ganz und gar. / (KÖLLIKER *80 b.*)

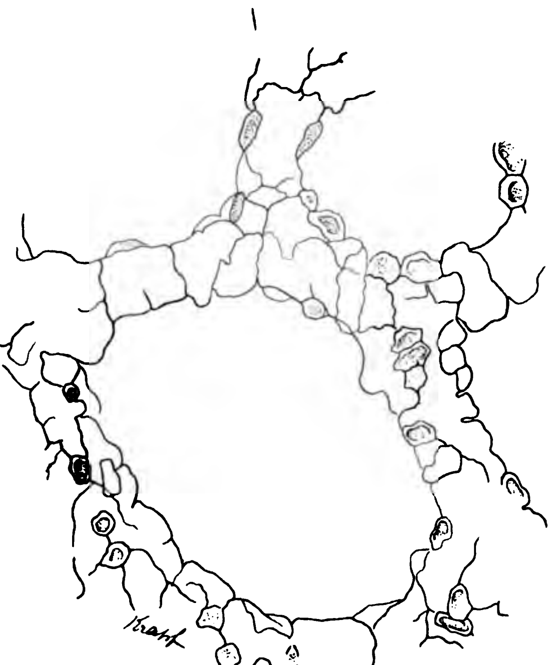


Fig. 358. **Lunge vom Menschen** (Hingerichteter). Epithel der Begrenzungsränder von Alveolen, mit Silber und Essigsäure behandelt. Vergr. 400fach, reduz. auf $^4/_5$. (Nach KÖLLIKER *81.*)

/ KÖLLIKER *80 a* untersuchte die versilberte Lunge vom hingerichteten Menschen.

Es besteht auch das menschliche Alveolenepithel (siehe **Taf. IV, Fig. 21 und 22** und Textfig. 358) aus einer ganz zusammenhängenden Lage von Pflasterzellen, die jedoch zweierlei wesentlich verschiedene Elemente zeigt, und zwar einmal kleinere kernhaltige, platte, rundlich polygonale Zellen mit Protoplasma von 7—15 μ, die ausschließlich in den Maschen der Kapillaren ihren Sitz haben und zweitens größere, mannigfach geformte, anscheinend kernlose, ganz dünne Platten von 22—45 μ Durchmesser, die auf den Blutgefäßen liegen, aber auch in die Maschen derselben sich erstrecken können: „respiratorisches Epithel". (KÖLLIKER *80 a* und KÖLLIKER *81*)

/ Die Dicke der Platten wird durch eine einfache zarte Linie dargestellt, während diejenige der kleinen Pflasterzellen leicht meßbar ist und die Hälfte oder ein Drittel ihrer Breite beträgt. / (KÖLLIKER *81.*)

/ Da bei menschlichen Embryonen von acht Monaten, die nicht geatmet haben, die Alveolen noch von einem ganz gleichmäßigen, ziemlich dicken Pflasterepithel ausgekleidet sind, so ist anzunehmen, daß die fraglichen Platten durch Abplattung eines Teiles dieser Epithelzellen entstehen, wie sie bei der Ausdehnung der Alveolen nach der Geburt im Zusammenhange mit dem Atmen statthaben muß, für welche Annahme auch eine Beobachtung von F. E. SCHULZE über das Alveolenepithel eines im achten Monate geborenen Kindes, das zwei Tage geatmet hatte, spricht. Wahrscheinlich verschmelzen bei diesem Vorgange nicht selten auch mehrere Zellen miteinander zu größeren Platten, wie dies ELENZ annimmt, und wie auch KÖLLIKER, gestützt auf die sehr unregelmäßige Form mancher Platten, anzunehmen geneigt ist. / (KÖLLIKER *80 a.*)

/ Beziehungen der Zellen und Platten des respiratorischen Epithels zu den Blutgefäßen: Während es auf der einen Seite Gesetz zu sein scheint, daß auf den Kapillaren der Alveolen nur Platten vorkommen, so kann man sich auf der anderen Seite doch leicht denken, daß die kleinen Zellen keine gleichbleibenden Beziehungen zu den Gefäßmaschen zeigen und unter Umständen in denselben auch ganz oder fast ganz fehlen können. Das physiologisch Bedeutungsvolle des respiratorischen Epithels ist offenbar das, daß dasselbe in den Gegenden der Blutgefäße nur aus dünnen kernlosen Platten besteht. Dagegen ist die Verbreitung der kleinen Zellen in den Kapillarmaschen allem Anscheine nach von untergeordneter Bedeutung. In den Bronchioli respiratorii zeigt die Verteilung der kernlosen dünnen Platten und der kleinen Pflasterzellen wohl keine bestimmten Beziehungen zu den Blutgefäßen, wie in den Alveolen. / (KÖLLIKER *81.*)

/ In den Anfängen der Alveolengänge sind die Nester der kleinen Pflasterzellen noch etwas größer, bald jedoch lösen sich dieselben so auf, daß die Auskleidung der Alveolengänge überall, an den noch selbständigen Stellen ihrer Wand (die größer sind, als man gemeinhin annimmt), ebenso wie in den ansitzenden Alveolen dieselbe und zwar typisches respiratorisches Epithel ist. / (KÖLLIKER *80 b.*)

/ Am Lungenepithel (Versilberung) unterscheidet TOLDT zweierlei Formen von Zellen, nämlich homogene Platten und feingranulierte Zellen. TOLDT vermutet, daß erstere Zellform auf mechanischem Wege, durch die Ausdehnung der Wandungen aus der ursprünglichen hervorgeht. / (TOLDT *88.*)

/ Zwischen den flachen, durchsichtigen, epithelialen Zellen, welche die Alveolen auskleiden, befinden sich kleine Öffnungen, Stomata, welche den Zugang von dem Hohlraum der Alveolen nach den Lymphhöhlen der Alveolenwand darstellen. Diese Stomata sind deutlicher während der Ausdehnung, d. h. der Inspiration, zu sehen, als dann, wenn die Lunge zusammengefallen ist. Durch diese Stomata sowohl, als durch die interstitielle Kittsubstanz des auskleidenden Epithels, gelangen geformte Partikelchen — wie z. B. Rußpartikelchen aus rauchiger Luft, künstlich eingeatmetes Pigment, selbst zelluläre Elemente, wie Schleim oder Eiterkörperchen, in die Wurzeln der Lymphgefäße, von da in die perivaskulären und subpleuralen Lymphgefäße und endlich in die Bronchialdrüsen. / (E. KLEIN *95.*)

Die Beweisführung KLEINS für das Vorhandensein dieser sog. Stomata scheint mir nicht überzeugend.

/ W. S. MILLER *96* konnte die KLEINschen Stomata auch nicht auffinden und v. EBNER hat ebenfalls vergebens nach solchen gesucht. / (v. EBNER *99.*)

/ Die kernlosen hellen Platten des respiratorischen Epithels sind aus kernhaltigem Epithel hervorgegangen. / (RAUBER *97.*)

/ Nach SEDGWICK MINOT (Lehrb. d. Entwicklungsgesch., p. 808) kommen die großen hellen Platten auch in Lungen beim Fötus und bei Kindern, die nicht geatmet haben, vor. In Fig. 359 zeigt v. EBNER den Übergang eines Bronchiolus in das Alveolengangssystem beim Neugeborenen.

„Es ist wohl kein Zweifel, daß die großen platten Zellen aus den kleinen Pflasterzellen hervorgehen und zwar, wie ELENZ und KÖLLIKER glauben, wahrscheinlich durch Verschmelzung von solchen. Die kleinen Pflasterzellen behalten zeitlebens den ursprünglichen Charakter; sie allein enthalten Zellkerne und ein körnig-fädiges Protoplasma, während die großen Zellen kernlose, fast homogen erscheinende Platten darstellen." / (v. EBNER *99.*)

/ Das respiratorische Epithel (F. E. SCHULZE) besteht aus zweierlei Zellen: kubische Zellen und feine kernlose Plättchen. Beide Epithelarten sind derart angeordnet, daß Gruppen der ersteren in Form von Inseln auftreten, welche von kernlosen Epithelzellen umgeben sind.

Die Alveolen sind nach innen mit dem respiratorischen Epithel ausgekleidet, wobei die Gruppen des kubischen Epithels der Lage nach den Maschen des Kapillarnetzes entsprechen, die kernlosen Plättchen dagegen den Kapillaren aufliegen." / (SZYMONOWICZ *01.*)

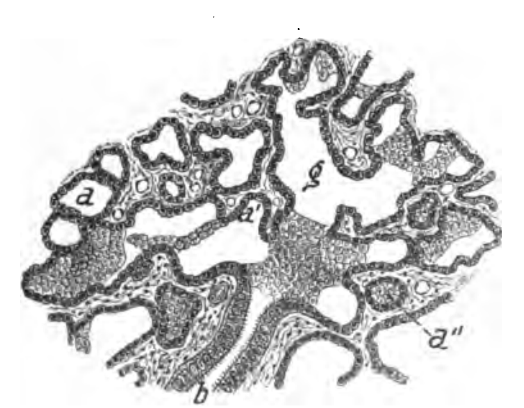


Fig. 359. **Lunge vom neugeborenen Menschen.** Müllersche Flüssigkeit. *a* Alveole im Querschnitt, *a'* Alveole im Profil, *a''* Boden einer Alveole abgekappt, *b* Bronchiolus in das Alveolengangsystem *g* übergehend. Vergr. 112fach. (Nach v. EBNER *99.*)

/ Nach STÖHR gehen die kleinen kernlosen Platten aus kubischen Epithelzellen hervor (durch bei der Atmung sich vollziehende Ausdehnung der Alveolenwand). Die größeren Platten sind durch nachträgliche Verschmelzung mehrerer kleiner entstanden. / (STÖHR *01.*)

/ „Die großen platten kernlosen Zellen decken im allgemeinen die Kapillaren; die kleinen rundlichen liegen in den Lücken zwischen den Kapillaren." / (SOBOTTA *02.*)

Ich bin schon seit Jahren der Überzeugung und BÖHM und v. DAVIDOFF haben meine Anschauung unter Nennung meines Namens in ihrem Lehrbuche bereits angedeutet, daß der Unterschied zwischen dem respiratorischen Epithel des Menschen und dem der Wirbeltiere nur ein scheinbarer (nur ein gradueller, kein prinzipieller) ist. Ich glaube, daß auch beim Menschen (wie bei Amphibien) die großen Platten nicht „kernlose Zellen", sondern nur „Zellteile" sind.

Jede „Platte" gehört zu einem kleinen kernhaltigen Abschnitt (kernhaltige Zellen der Autoren) und bildet mit demselben zusammen ein Zellindividuum. Die Grenzen zwischen kernhaltigen und kernlosen Zellteilen an Silberpräparaten erklären sich als scheinbar, die die Grenzen vortäuschenden Linien entsprechen den Grenzen zwischen kernhaltigem Ab-

schnitt und der Blutkapillare oder erklären sich auf andere Weise. Die Platte ist der Zellteil, mit welchem die kernhaltige Lungenepithelzelle (eine andere gibt es nicht) die Kapillare überbrückt. Graduelle Unterschiede zwischen dem Lungenepithel des Menschen und der Wirbeltiere können sich dagegen in der Art und Weise zeigen, in welcher die kernlosen Zellabschnitte bei der Überbrückung der Kapillaren beteiligt sind. Vor allem wird dabei eine größere oder geringere Dehnung des kernlosen Abschnittes der Lungenepithelzelle mitspielen.

Muskulatur der Alveolen (vergl. auch oben p. 651 ff.). / Die von GERLACH in den Lungenbläschen (Schaf, Kind) angenommenen glatten Muskelfasern bestehen nicht. / (KÖLLIKER *50/54*.)

/ Die Endbläschen der menschlichen Lunge scheinen ohne Muskeln zu sein. / (LEYDIG *57*. p. 370.)

/ Die Lungenbläschen selbst, die wand- wie endständigen, lassen ungeachtet der wiederholten Angaben MOLESCHOTTS keine organischen Muskelfasern erkennen. / (v. HESSLING *66*.)

/ RINDFLEISCH konstatierte betreffend die Muskulatur der kleinen Bronchien und des Lungenparenchyms (offenbar beim Menschen):

1. Die kleinsten Bronchien haben eine besonders ausgesprochene Schicht querverlaufender Muskelfasern, welche an der Stelle, wo der Übergang in die Infundibula erfolgt, zu einem förmlichen „Sphinkter“ sich verstärkt. Sie sind sehr erheblicher Dilatationen fähig und besitzen dicht unter dem Epithel ein sehr engmaschiges Kapillargefäßnetz, welches dem Kapillargefäßnetz der Lungen gleicht.
2. Die zirkulären Faserzüge der kleinsten Bronchien schicken schleifenförmige Fortsetzungen in die Mündung der Infundibula, welche bis zum Fundus derselben vordringen. An zwei bis vier Punkten umziehen Züge glatter Muskelfasern die Infundibula ringförmig. Diese Muskelringe liegen in den am meisten nach innen vorspringenden Teilen der Alveolarsepta.
3. Alle diese Muskeln sind bei der sogenannten braunen Induration der Lunge hyperplastisch. Wenn man sie hier einmal gesehen hat, findet man sie an der normalen Lunge, wo sie sehr zart sind, ebenfalls. / (RINDFLEISCH *72a*.)

/ „MOLESCHOTT (1845) beschrieb die elastischen Fasern der Alveolen als glatte Muskelfasern, und seitdem dauert der Streit, ob solche vorhanden sind. Die jetzigen Untersuchungsmethoden gestatten, ihre Anwesenheit daselbst mit Sicherheit zu negieren.“ / (W. KRAUSE *76*.)

/ Die Alveolargänge zeigen zarte Züge glatter Muskeln in ihrer Wand, die vorwiegend zirkulär verlaufen und außerdem am Eingange einer jeden wandständigen Alveole und eines jeden Infundibulum einen Ring bildeten, der wie ein Schließmuskel erschien. Dagegen fehlten in der Alveolenwandung und in den die Alveolen eines Infundibulum trennenden Septa die Muskeln bestimmt ganz und gar. (Übereinstimmung mit F. E. SCHULZE.) / (KÖLLIKER *81*.)

/ In den Endsäckchen und überhaupt in den Alveolen finden sich (gegen MOLESCHOTT, mit KÖLLIKER, HENLE, F. E. SCHULZE) keine glatten Muskelfasern. / (TOLDT *88*.)

/ Im Gewebe zwischen den Infundibula der menschlichen Lunge finden sich spindelförmige Muskeln. Die Muskelfasern bilden zuweilen Züge von mehreren spindelförmigen Elementen oder sie liegen isoliert.

Auch in den Alveolenwandungen kommen nach einigen Autoren spindelförmige Muskelfasern vor. / (SCHENK *91.*)

/ Glatte Muskelfasern fehlen den Alveolen und Infundibula, erstrecken sich aber bis zu deren Stielen. Die Bronchioli respiratorii besitzen zirkuläre glatte Muskeln (KÖLLIKER). / (RAUBER *97.*)

/ Die zirkuläre glatte Muskelschicht des Endbronchus setzt sich als eine zirkuläre zusammenhängende Schicht — aber um ein geringes dünner — auf die Alveolarröhren oder Infundibula fort, und zwar in ihrer ganzen Ausdehnung, aber nicht über dieselben hinaus, d. h. nicht auf die Alveolen. / (E. KLEIN *95.*)

/ NICOLAS gibt an, man könne glatte Muskelfasern beim Menschen in den interalveolären Septen finden, und bei manchen Tieren wenigstens an der Alveolenoberfläche, aber nach außen von der amorphen Membran im peripheren elastischen Netzwerk. In den eigentlichen Alveolenwänden würden also glatte Muskelfasern fehlen. / (NICOLAS *98.*)

/ Gegen MOLESCHOTT findet v. EBNER mit EBERTH, F. E. SCHULZE, KÖLLIKER und der Mehrzahl der Autoren keine Muskelzellen in den eigentlichen Alveolen, sondern nur noch in den respiratorischen Bronchiolen und den Anfängen der Alveolengänge, wo allerdings Muskelbündel zirkulär um die Wand herumgehen und auch um die Mündungsringe von Alveolen gefunden werden, wie KÖLLIKER bestimmt angibt. / (V. EBNER *99.*)

In demselben Sinne äußern sich die Verfasser anderer neuerer Lehrbücher. Nach STÖHR *01* fehlen Muskelfasern an den Endbläschen. Nach SZYMONOWICZ *01* bestehen die Wandungen der Alveolen nur aus einer sehr dünnen strukturlosen Basalmembran und sind von sehr feinen elastischen Fasern umsponnen. Auch nach BÖHM und V. DAVIDOFF *03* lassen sich die Muskelfasern nur bis zu den Alveolargängen verfolgen.

Interlobuläres Bindegewebe. / Das interlobuläre Bindegewebe der Lunge (Mensch) besteht aus gewöhnlichem Bindegewebe und enthält beim Erwachsenen Pigment. / (KÖLLIKER *50/54.*)

/ Zwischen den Alveolen findet sich eine Art trabekuläres Gewebe, welches, da es wenig Muskelfasern (HIRSCHMANN und CHRZONSZCZEWSKI Virch. Arch. 1866, p. 355) enthält, hauptsächlich aus gelben elastischen Fasern zusammengesetzt zu sein scheint. / (CARPENTER *69.*)

/ Während das eigentliche Lungengewebe der leimgebenden Bündel sozusagen ganz entbehrt, besteht das interlobuläre Bindegewebe, welches die Lungenläppchen untereinander verbindet und die Oberfläche derselben mit der gleichgebauten Faserhaut der Bronchialäste und mit der Lungenpleura in Verbindung setzt, vorwiegend aus locker gewebten. leimgebenden Bündelchen, welchen zarte elastische Fasern und platte Bindegewebszellen beigemengt sind und welches in der Regel ganz fettlos ist. Dieses Bindegewebe enthält auch zahlreiche interlobuläre Blut- und Lymphgefäße, Pigment und adenoides Gewebe. / (V. EBNER *99.*)

Das Lungenläppchen des Menschen. / Die feinsten Bronchialästchen vereinigen sich stets mit einer ganzen Gruppe von Lungenbläschen. Diese Bläschengruppen entsprechen den kleinsten Läppchen traubenförmiger Drüsen. · Alle einem Läppchen angehörigen Bläschen münden in einen gemeinsamen Hohlraum, aus dem dann erst das Lungengefäß sich entwickelt.

Diese birnförmigen Schläuche mit buchtigen Wänden sind die ROSSIGNOLschen Trichter. Jedes Lungenläppchen läßt sich als eine Amphibienlunge im kleinen denken.

In der Kinderlunge sind die Läppchen deutlicher durch Bindegewebe voneinander getrennt und isolierbar als beim Erwachsenen.

Sekundäre Läppchen von $^1/_4$—$^1/_2$—1″ (Läppchen früherer Autoren) sind auch beim Erwachsenen meist deutlich. / (KÖLLIKER *50/54*.)

/ Den Teilungen der Lunge in Läppchen „korrespondiert die Verästelung der Bronchi und der Bronchia". / (DONDERS *56*.)

/ Die menschliche Lunge wird zusammengesetzt aus Lappen und diese wieder aus Läppchen. Diese letzteren werden dargestellt durch Gruppen von Lungenbläschen, welche durch einen kurzen und weiten Stiel mit den kleinsten Bronchien zusammenhängen. / (J. ARNOLD *63 b*.)

/ Der Durchmesser des zum Lungenläppchen gehenden Bronchialzweiges beträgt etwa 1 mm, der Durchmesser der nach vier- bis fünfmaliger Bifurkation aus den lobulären hervorgegangenen Endzweige mißt 0,3—0,4 mm. / (HENLE *73*.)

/ „Interlobuläre Bronchien" nennt TOLDT alle Bronchialäste in der Lunge bis auf einen Durchmesser von 1 mm. Von ihnen gehen die „lobularen Bronchien (Bronchioli)" hervor, welche in die Lungenläppchen eintreten. Dort spalten sie sich noch mehrmals und aus den so entstandenen kleineren Bronchiolen gehen die „terminalen Lufträume" hervor. Diese besitzen in ihrer Wand die Alveolen (Lungenbläschen). „In einem jeden Läppchen bestehen die terminalen Lufträume aus einem System von verzweigten Gängen (Alveolengänge, F. E. SCHULZE), deren letzte Ausläufer mit einer kolbigen oder birnförmigen Auftreibung, dem sog. Infundibulum (besser: Endsäckchen), abgeschlossen sind." / (TOLDT *88*.)

/ Der Bau des einzelnen Lungenläppchens ist gewissermaßen nur eine Wiederholung desjenigen der ganzen Lunge.

Jedes Lungenläppchen besteht:

1. aus sekundären Läppchen mit abnehmendem Volumen, deren kleinste oder einfache Läppchen ebensoviele Höhlen zeigen; diese letzten Höhlen stellen die primitiven Lobuli dar;
2. aus einem Ramusculus bronchialis, oder Bronchus lobularis, welcher mit seinen Endverzweigungen in die primitiven Läppchen mündet;
3. aus einem Zweigchen der Lungenarterien, dessen letzte Äste sich in den Wänden dieser Lobuli erschöpfen;
4. aus unzähligen venösen Würzelchen, welche von denselben Lobuli entstehen und die Lungenvenen entstehen lassen;
5. aus nicht weniger vielfachen Lymphwurzeln, aus einigen Nervenfäden und aus einer minimalen Menge von Bindegewebe.

Die „Lobules primitifs" SAPPEYS entsprechen den Infundibula (Endstücken). Diese primitiven Lobuli sind kleine Lufträume, in welche sich die letzten Teilungen des Bronchialzweiges öffnen. Durch ihre Verbindung zu immer umfangreicheren Gruppen bilden sie die Lobuli, wie diese, indem sie sich in ein und derselben Hülle gruppieren, die Lunge bilden. Das Volumen der primitiven Lobuli wechselt beim Erwachsenen von 1—2 cmm. Sie haben eine breite Basis und eine kleine Spitze, an letzterer tritt die Luft ein. Die Alveolen sind alle unabhängig und kommunizieren nur durch Vermittlung der Zentralhöhle. Jeder primitive Lobulus besitzt 12—15 Alveolen, 4—5 terminale und 8—10 parietale Alveolen. Die Wände der primitiven Lobuli und ihre Septen bestehen: 1. aus einer dichten und resistenten Schicht, welche aus einer Mischung von Bindegewebsfasern und zahlreicheren elastischen Fasern resultiert; 2. aus einer Epithelschicht. Es finden sich hier keine glatten Muskelfasern.

Am Bronchus lobularis ist zu unterscheiden, der Bronchus extralobularis und der Bronchus intralobularis. Das Volumen des Bronchus lobularis wechselt (nach dem Volumen des Lobulus) zwischen 1 mm (Läppchen von mittlerem Durchmesser) und 0,5—0,6 mm in den kleinsten.

Der intralobuläre Bronchus verläuft gegen den zentralen Teil des Läppchens und gibt einen oder mehrere Zweige ab, welche an verschiedenen Stellen von ihm ausgehen. Wenn er ungefähr auf die Hälfte seines ursprünglichen Volumens reduziert ist, teilt er sich ganz gewöhnlich in zwei gleiche Zweige, welche den Ausgangspunkt einer Reihe von ähnlichen Teilungen werden. Die ersten Zweige dieses Bronchus verlassen ihn also in mehr oder weniger perpendikulärer Richtung, die folgenden entstehen dichotomisch. Der intralobuläre Bronchus verhält sich also ganz wie die großen Luftwege. Die perpendikulären Zweige sind die größten, sie bilden die Teilungen erster Ordnung. Aus ihnen entstehen Teilungen zweiter und dritter Ordnung. Es gibt aber auch Teilungen vierter, fünfter und bisweilen sechster Ordnung. In den kleinsten Läppchen sind die letzten Teilungen von der dritten Ordnung.

Das Kaliber des Bronchus nimmt nicht im Verhältnis zur Zahl der Teilungen ab. Am Entstehungspunkt der Zweige zweiter und dritter Ordnung nimmt es beträchtlich ab. Im Niveau der Zweige der vierten und fünften Ordnung ändert es sich kaum.

Die Abgrenzung der Läppchen ist beim Kind deutlicher als beim Erwachsenen und besonders beim Greis, ein letzterem ähnliches Verhalten zeigt der Hund, bei dem sich keine Spur von Läppchen erkennen läßt.

Der Stamm und die ersten Teilungen des intralobulären Bronchus zeigen vier Schichten: 1. eine aus Bindegewebe und elastischen Fasern bestehende Schicht; 2. glatte Muskelfasern; 3. Längsschicht elastischer Fasern; 4. Flimmerepithel./ (Sappey *89*.)

/ Das Volumen des Lungenläppchens ist sehr klein beim Kind, beträchtlicher beim Erwachsenen und erreicht beim Greis seine größten Dimensionen. Es ist kleiner in den zentralen Partien, als an der Oberfläche der Lunge. An jedem Lungenläppchen ist eine Außenfläche, eine Basis und ein Gipfel zu unterscheiden. An seiner Außenfläche ist jedes Läppchen von den benachbarten Läppchen durch eine Bindegewebskapsel getrennt (die Kapsel ist deutlicher beim Rind als bei anderen Tieren und beim Menschen). In diesem Bindegewebe finden sich Zweige der Pulmonalvenen, Lymphgefäße und Nerven. Die Basis des Läppchens entspricht dem subpleuralen Bindegewebe. Der Gipfel des Läppchens ist gegen das Zentrum der Lunge gerichtet und hängt an einem Stiel, der aus einem Bronchialzweig, einem Zweig der Arteria pulmonalis, Zweigen der bronchialen Venen und Arterien, aus Nerven und Lymphgefäßen besteht.

Während Bronchus und Arterie mit der Bindegewebsscheide in das Lungenläppchen an einem Punkt, welchen man den Hilus des Läppchens nennen könnte, in das Läppchen eindringen, löst sich die Vene rechtwinklig vom Stiele ab, gelangt an die Peripherie des Läppchens und verzweigt sich an der Oberfläche in der perilobulären Bindegewebsscheide. (Joffroy, Des différentes formes de la broncho-pneumonie, p. 110.)

Der Bronchus des Läppchens mißt im Mittel 0,5—1 mm im Durchmesser.

Die Bronchialarterien verteilen sich an die Bronchien aller Durchmesser bis zu den Bronchien der Läppchen, in welchen sie aufhören, ohne in das Läppchen einzudringen. Die Bronchialvenen haben ein viel

beschränkteres Territorium. Sie erstrecken ihre Verzweigungen nicht jenseits von den dicken Bronchien und ihren ersten Teilungen, auch die kleinen Bronchialarterien, welche den kleinen Bronchus des Stiels begleiten, haben keine entsprechenden Venen. Diese Venen sind durch Zweigchen ersetzt, welche die Pulmonalvene an den Bronchus abgibt, ehe sie sich vom Stiele löst, um in den perilobulären Raum zu gelangen. Diese Zweigchen hat LEFORT unter dem Namen der Bronchopulmonalvenen beschrieben.

Die Nerven des Stiels bestehen aus markhaltigen und marklosen Fasern. Letztere bilden einen Plexus mit langen Maschen, an dessen Knotenpunkten sich Ganglienzellen finden.

Die verschiedenen Organe des Stiels sind von einer Scheide von lockerem Bindegewebe umgeben, welche sie vereinigt nnd trennt.

Nach RINDFLEISCH und CHARCOT gibt der Bronchus, nachdem er ins Läppchen eingedrungen ist, intralobuläre Bronchiolen als laterale alternierende Zweige zweiter Ordnung ab, welche sich mehrmals teilen und mit sehr kurzen Gängen endigen, welche als acinöse Bronchien bezeichnet werden und von denen jede in eine Alveolengruppe führt, welche zusammen einen Acinus der Lunge bilden. Es lassen sich darnach im Läppchen (siehe Fig. 360) drei Teile unterscheiden:

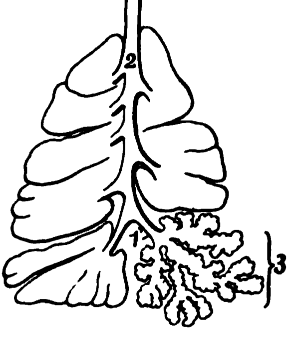


Fig. 360. **Schema über den Bau des Lungenläppchens.** *1* sublobulärer Bronchus, *2* intralobulärer Bronchus, *1'* acinärer Bronchus, *3* Lungenacinus. (Nach BERDAL *94*.)

1. der zentrale Teil, von CHARCOT als Intralobularraum bezeichnet, enthält den Intralobularbronchus und die Arteria pulmonalis von Bindegewebe eingescheidet;
2. der periphere Teil oder Perilobularraum, gebildet von dem perilobulären Bindegewebe, in dessen Mitte sich die Pulmonalvenen, Lymphgefäße und Nerven finden;
3. die mittlere oder intermediäre Zone, gebildet vom eigentlichen Lungengewebe, verdient, wie dies von GRANCHER angegeben wurde, den Namen Alveolarraum.

Wenn die Anordnung des intralobulären Bronchus so ist, wie sie das Schema von RINDFLEISCH und CHARCOT annimmt, d. h. wenn sich dieser Bronchus nur an der Basis des Läppchens verzweigt, nahe seinem Ende und in seinem Verlauf einfach sehr feine collaterale Zweige abgebend, würde sich im Zentrum jedes Läppchen nur ein Intralobularraum finden.

GRANCHER hat gezeigt, daß das Schema (siehe Figur 361) von RINDFLEISCH folgendermaßen modifiziert werden muß: Der intralobuläre Bronchus durchläuft nicht die ganze Länge des Läppchens einfach collaterale Zweige abgebend, ohne sich zu teilen, sondern er teilt sich dichotomisch in seinem ganzen Verlauf. So finden sich im mittleren Drittel des Läppchens vier intralobuläre Bronchen und im unteren Drittel acht intralobuläre Zweige, welche 16 Bronchiolen usw. entstehen lassen. Nahe der Basis enthält das Läppchen nur Alveolen ohne eine Spur von intralobulären Bronchen.

GRANCHER teilt das Läppchen in drei Hauptetagen.

1. Die erste enthält entsprechend der Beschreibung von CHARCOT ungefähr das obere Drittel des Läppchens gegen den Stiel; der Intralobulärraum ist einfach und zentral.
2. Die zweite Etage nimmt das zweite Drittel ein, hier teilt sich das bronchovasculäre Bündel in zwei dann vier Teile. Im größten Teil seiner Ausdehnung finden sich vier Intralobulärräume.
3. Die dritte Etage nimmt das letzte Drittel des Läppchens ein; hier finden sich immer zahlreichere Intralobularräume, welche immer den dichotomischen Teilungen des Bronchus und der Arterie entsprechen, bis in den letzten Schnitten die Intralobularräume verschwunden sind, und das Alveolargewebe allein die ganze Oberfläche des Läppchens einnimmt. GRANCHER *90*.

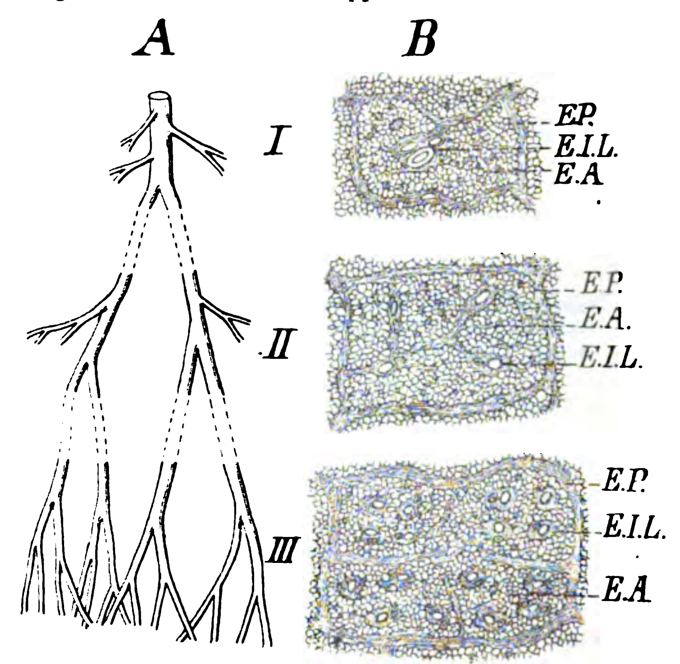


Fig. 361. **Schema über den Bau des Lungenläppchens** nach GRANCHER. *A* Teilung der Bronchien, *B* Querschnitte durch das Läppchen in der Höhe der drei Etagen, *I* obere Etage, *II* mittlere Etage, *III* untere Etage, *E.P* perilobulärer Raum, *E.I.L* intralobulärer Raum, *E.A* Alveolarraum. (Nach BERDAL *94*.)

Der acinäre Bronchus (siehe Figur 362) verengert sich und erweitert sich dann plötzlich und bildet das Vestibulum, von welchem drei, vier oder fünf Alveolargänge abgehen, deren Gesamtheit einen Lungenacinus bildet, der ungefähr nur einen mm im Durchmesser besitzt. Wie der Lobulus ist auch der Acinus von den benachbarten Acini durch eine Bindegewebskapsel getrennt. Letztere ist viel weniger deutlich als die des Lobulus, aber genügend deutlich, um dem Acinus eine relative Unabhängigkeit zu gestatten. Dieses periacinöse Bindegewebe ist beim Kinde ziemlich reichlich, reduziert sich aber beim Erwachsenen beträchtlich.

Jeder Alveolengang besitzt eine gewisse Anzahl von Alveolen, einfach oder zusammengesetzt (Infundibula) und bildet das primitive Lungen-

läppchen (SAPPEY). 4—5 primitive Lungenläppchen, verbunden mit dem acinären Bronchus, bilden einen Lungenacinus. 15—16 Lungenacini vereinigen sich zu einem Lungenläppchen. Aus letzteren setzen sich die Lungenlappen zusammen./ (BERDAL *94.*)

/„Eine größere Anzahl von Infundibula und ihrem Zubehör bildet ein Läppchen zweiter Ordnung, in der Regel kurz Lungenläppchen, Lobulus pulmonis genannt. Solche Läppchen werden durch etwas reichlicheres Bindegewebe voneinander abgegrenzt und können an Kinderlungen leicht isoliert werden. Die Basen von oberflächlich gelegenen Lungenläppchen erscheinen an der Lunge als unter der Pleura befindliche polygonale Felder von 5—12 und mehr mm Durchmesser; man nennt diese Felder Insulae pulmonales. Der einen Lobulus versorgende Bronchialzweig hat einen Durchmesser von durchschnittlich 1 mm und wird Läppchenbronchus genannt; während die größeren Bronchialäste den Namen interlobuläre Bronchi führen. Ein Läppchenbronchus, Bronchus lobularis, zeichnet sich vor den größeren interlobulären Bronchien durch mehrere negative Merkmale aus; er führt weder Knorpel, noch tubulöse Drüsen, während beide Dinge den interlobulären Bronchien zukommen. Das Epithel ist einschichtiges Flimmerepithel mit Becherzellen. Die zirkuläre Muskelschicht ist ansehnlich entwickelt, legt in zusammengezogenem Zustande die Schleimhaut in Falten und bedingt die Sternform des Lumenquerschnittes.“ / (RAUBER *97.*)

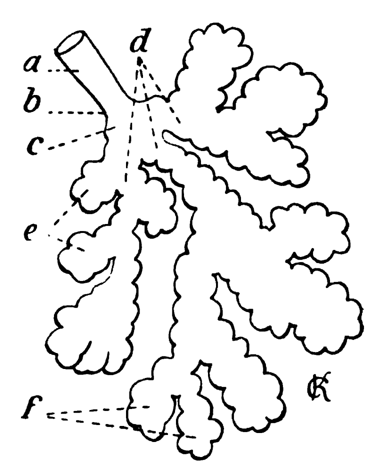


Fig. 362. **Schema des Lungenacinus.** *a* acinöser Bronchus, *b* verschmälerter Teil, *c* Vestibulum, *d* Alveolengänge, *e* laterale Infundibula. *f* terminale Infundibula. (Nach BERDAL *94.*)

/Auch NICOLAS gibt eine Darstellung des Lungenläppchens beim Menschen unter Berücksichtigung der Funde MILLERS. NICOLAS nimmt folgende Nomenklatur an: bronche interlobulaire, bronche intralobulaire, bronchiole terminale, vestibule, conduit alvéolaire, infundibulum. Letztere drei Segmente und ein Teil der Terminalbronchiolen tragen Alveolen./ (NICOLAS *98.*)

/Die bei Kindern und Tieren (siehe oben p. 697 in Fig. 334 v. EBNERS Abbildung) deutlichen kleinsten Läppchen, deren Größe 0,5—1—2,2 mm beträgt, sind beim Erwachsenen so innig verschmolzen, daß sie nur unvollständig zu erkennen sind. Dagegen sind s e k u n d ä r e Läppchen von 0,6—1—2,8 cm (Läppchen der Anatomen) auch beim Erwachsenen meist deutlich. Pigmentstreifen im interlobulären Bindegewebe bezeichnen die Grenzen./ (v. EBNER *99.*)

/Nach dem klassischen Schema von RINDFLEISCH-CHARCOT findet man die Bifurkation des intralobulären Bronchus (nach Abgabe einer Anzahl von Kollateralen) nur gegen die Basis des Läppchens zu, nach dem Schema von GRANCHER findet sie sich in der Höhe der Verbindung des oberen Drittels mit dem mittleren Drittel. Unter 22 Fällen fanden LAGUESSE und D'HARDIVILLER die Teilung fünfmal genau in der Mitte

der Höhe, sechsmal darunter, elfmal darüber. Aber sie fand sich stets im mittleren Drittel. Ihre mittlere Lage ist also gegen die Mitte der Höhe oder ein wenig darüber, wie es die (nach LAGUESSE und D'HARDIVILLER *98 b* wiedergegebene) Figur (siehe unten Fig. 363) zeigt. Die beiden klassischen Schemata stellen zwei extreme Fälle dar.

LAGUESSE und D'HARDIVILLER haben den Bau des menschlichen Lungenläppchens beim Erwachsenen und Neugeborenen an Serienschnitten studiert und geben eine Figur darüber: Einteilung des Läppchens in zwei Etagen (statt der von GRANCHER vorgeschlagenen drei) und Beschreibung derselben.

Die Zahl der acinösen Bronchien und der Acini beträgt beim Erwachsenen 30—51, beim Neugeborenen 32—52. (Wenn alle dichotomischen Zweige [solche finden sich vereinzelt bis zur sechsten und siebenten Ordnung] vorhanden wären, so müßten es 64 oder 128 sein.) Die dort gegebene Abbildung enthält 55.

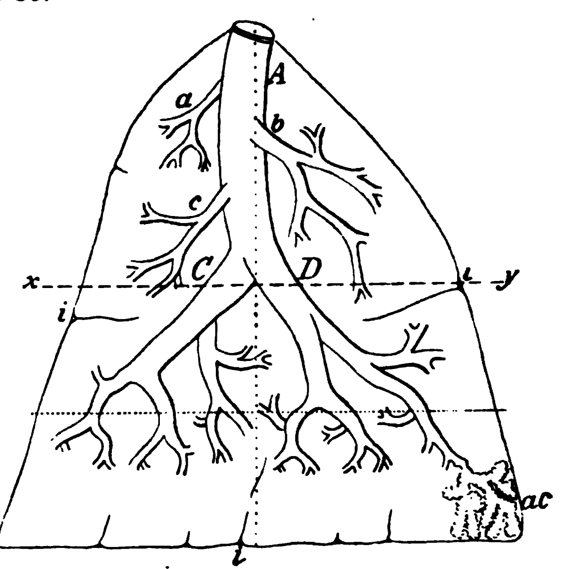


Fig. 363. **Schema eines Lungenläppchens vom Menschen.** *A* intralobulärer Bronchus, *C, D* die beiden terminalen Endzweige, *a, b, c* Collateralen, *ac* ein Acinus, *i, i* Abteilungen (Lobulins) des Läppchens, über der Linie *xy* die obere Etage enthaltend den Bronchialstamm und seine Kollateralen, unter *xy* untere Etage, von derselben Höhe, enthaltend den Endbaum, und durch die punktierte Linie in zwei Unteretagen teilbar (Unteretage der Hauptzweige und oberflächliche Unteretage). (Nach LAGUESSE und D'HARDIVILLER *98 b.*)

Das lockere Bindegewebe teilt das Läppchen in 8—12 Segmente. (GRANCHERs lobulins.) Dieselben wurden oft für die Acini gehalten. In Wirklichkeit enthält jedes „Lobulin" deren eine wechselnde, oft beträchtliche Zahl. Zwischen die Acini dringt das lockere Bindegewebe nur unter der Form einer adventitiellen Scheide der Arteriolae und Venulae. Es bestehen also keine vollständigen interacinösen Septen. Sehr oft ist beim erwachsenen Menschen die Wand einer oberflächlichen Alveole in einen Acinus einer Alveolarwand des benachbarten Acinus nicht nur direkt verbunden, sondern sogar mit ihr zu einer einzigen dünnen, gemeinschaftlichen Lamelle verschmolzen, wie zwischen Alveolen ein und desselben Infundibulums. (LAGUESSE et D'HARDIVILLER *98 a.*)

Jeder Lungenlappen läßt sich in kleine Gewebsmassen, von etwa 1 ccm Größe, zerlegen, welche allseitig von einer bindegewebigen Hülle umgeben werden, die erlaubt, sie zu isolieren, und jede solche Masse enthält eine Bronchialabteilung und eine Arterienabteilung: eine solche Masse nennt man allgemein das Lungenläppchen. Der Acinus von RINDFLEISCH und das Rossignolsche Infundibulum, welche bisweilen (SAPPEY) hierfür synonym gebraucht werden, sind dagegen ganz verschiedene Dinge.

Ein solches Läppchen hat etwa 50, 80, selbst 100 Bronchioli, deren jeder zu einem Acinus führt; in dem wiedergegebenen Schema, siehe Fig. 363, sind 60 solche gezeichnet.

Die Bifurkation des Kollateralen tragenden Bronchiolus liegt in der die Grenze zwischen beiden Abschnitten bildenden Ebene.

Der zweite Abschnitt läßt sich wieder in eine obere und eine untere Etage teilen, in deren erster der Bronchiolus zwei, vier und häufig weiter unten acht Hauptzweige zeigt, während sich in der unteren Etage oft in einem Schnitt zahlreiche (8—30) Bronchiolen von verschiedenem Kaliber vorfinden. Endlich $1^1/_2$—3 mm, ehe sie die Pleura erreichen, schwinden die Bronchiolen und es finden sich nur noch die Alveolargänge. Betreffend diese Anordnung verweise ich besonders auf die wiedergegebene Figur (363).

Das Bindegewebe des Lungenläppchens läßt sich, wie CHARCOT gezeigt hat, in zwei Systeme teilen, ein äußeres und ein inneres (intralobulär und perilobulär). Von dem äußeren System, welches die Hülle des Läppchens bildet, gehen Septen ins Innere des Läppchens ab, welche das letztere in wenige (4—12) Segmente teilen. Zwischen die Acini dringt das Bindegewebe nur in Form dünner adventitieller Gefäßscheiden ein. Das interacinöse Gewebe bildet Korbgeflechte, also keine vollkommenen interacinösen Bindegewebswände./ (LAGUESSE et D'HARDIVILLER *98b.*)

/LAGUESSE und D'HARDIVILLER haben einen ganzen Acinus aus der Lunge eines Hingerichteten vermittelst der Plattenmethode rekonstruiert und finden:

1. Das primitive Läppchen hat keine reelle Existenz, der Ausdruck Infundibulum hat kaum mehr Sinn und man muß ihn vermeiden, er kann nur dazu dienen, die aufgeschwollenen Enden der Alveolarkanäle zu bezeichnen. Aber da diese Enden oft nicht mehr aufgeschwollen erscheinen, als der Ursprung der Kanäle selbst, verliert der Ausdruck das wenige an Wert, was ihm F. E. SCHULZE ließ.

2. Jeder Bronchus gibt an seinem Ende durch eine Reihe von Bifurkationen einen Strauß von langen, sehr verzweigten und sehr verwirrten Alveolarkanälen ab, die Gesamtheit dieses Straußes (System der Alveolargänge Schulzes) bildet den Acinus von RINDFLEISCH und CHARCOT. Dieser Strauß ist in dem Acinus von LAGUESSE und D'HARDIVILLER noch viel komplizierter, als dies von SCHULZE abgebildet wurde. Die Alveolen jedes Kanals sind in der unregelmäßigsten Form angeordnet und haben selbst die wechselndsten Formen, indem sie bifid, trifid etc. sein können. Der rekonstruierte Acinus liegt unmittelbar unter der Pleura, er ist ziemlich regelmäßig polyedrisch obwohl er zahlreiche Buckeln an seiner Oberfläche zeigt; er mißt ungefähr 2 mm in der Breite und 3 mm in der Höhe. Einerseits war er von den benachbarten in seiner ganzen Höhe durch eine Bindegewebswand getrennt. LAGUESSE und D'HARDIVILLER haben in einer früheren Arbeit (Bibliogr. anat 1898) den wirklichen Platz eines solchen Acinus im Lungenläppchen gezeigt. Die Endigung des Bronchus im Acinus verhält sich folgendermaßen. Nach dem klassischen Schema (CHARCOT) erweitert sich der Terminalbronchus, indem er ein Vestibulum bildet, von dem drei bis sechs divergierende Alveolarkanäle ausgehen. Man findet nur mit Mühe bisweilen einige Alveolen auf der Wand dieses Bronchus, ehe er das Vestibulum erreicht. Dagegen zeigt die Untersuchung der Wachsmodelle, daß es damit nichts ist, und erlaubt die 1881

von KÖLLIKER gelieferte Angabe zu bestätigen, betreffend das, was er respiratorische Bronchiolen mit gemischtem Epithel nennt. Es gibt keine scharfe Grenze zwischen den Bronchen und den Alveolarkanälen; die Gesamtheit der Lunge muß also, wie dies SCHULZE, NICOLAS (in der Anatomie von POIRIER) etc. tun, als verzweigter Baum beschrieben werden. In einem bestimmten Niveau wechseln diese Verzweigungen ihren Charakter, ihre Wand bildet die Alveolen und bedeckt sich mit dem bekannten respiratorischen Epithel. Vor dieser Strukturveränderung sind es Bronchen, nachher sind es Alveolarkanäle. Aber über diesem Niveau haben die kleinsten Bronchen (respiratorische Bronchiolen mit gemischtem Epithel, KÖLLIKER) allmählich einige der Charaktere der Alveolarkanäle angenommen, d. h. sie haben disseminierte Alveolen, selbst Streifen von Alveolen zu tragen und haben sich auf einem Teil ihres Umkreises mit respiratorischem Epithel bedeckt. Die so modifizierten Segmente sind im allgemeinen ziemlich lang und können sich noch ein- oder zweimal verzweigen, ehe sie zum Acinus gelangen. In einem gegebenen Augenblick und bisweilen ohne daß es eine markierte Erweiterung gäbe, teilt sich der Bronchiolus respiratorius in zwei weitere Kanäle oder Gänge, welche beinahe ganz mit dichtgedrängten Alveolen bedeckt sind, die sogleich ihrerseits mehrfache Bifurkationen zeigen und nicht einen Strauß von drei bis sechs (CHARCOT). Die Bifurkation setzt sich also regelmäßig fort, aber indem die Zweige kurz und breit werden, sammelt sich das Ganze und bildet eine Art von Verzweigung in Blumenkohlform. Der Acinus beginnt da, wo ein deutlicher Alveolargang von einem Bronchiolus entsteht, aber praktisch ist dieser Punkt oft schwer zu bestimmen. In einem einfachen Schnitt ist es bisweilen fast unmöglich zu entscheiden, ob es sich um einen Bronchus oder einen Alveolargang handelt. / (LAGUESSE ET D'HARDIVILLER *99*.)

/ Die menschliche Lunge läßt sich in Läppchen von 1—2 cm Breite teilen. Der Bronchus teilt sich nach seinem Eindringen in dieses Läppchen in 50—100 Endbronchiolen oder acinöse Bronchiolen. Ein solcher Bronchiolus erweitert sich und bekommt Alveolen auf seinem ganzen oder fast seinem ganzen Umfang. So wird er zum Alveolarkanal (F. E. SCHULZE), d. h. zur Atmungshöhle; Vestibulum gewisser Autoren. Dieser Kanal geht sofort eine Reihe von sich folgenden, einander sehr naheliegenden Bifurkationen ein. Handelt es sich z. B. um sieben Teilungen, so endigen einige der Zweige sechster Ordnung blind, die anderen teilen sich noch einmal. Alle diese Kanäle sind ringsum mit Alveolen versehen und von etwas unregelmäßigem Kaliber, aber es ist selten, daß sie an ihren Enden erweitert sind, so daß es zur Bildung wahrer terminaler Infundibula, im eigentlichen Sinne des Wortes, kommt. Im Gegenteil sind oft die terminalen Blindsäcke sehr klein und eng. Gegen die Enden tendieren die Alveolen, sich zu erweitern und selbst sich zu lappen, so daß man dort zusammengesetzte Alveolen findet, welche bisweilen kompliziert genug sind, um ihrerseits wahre terminale Blindsäcke darzustellen von kleinen rudimentären Alveolargängen wahrscheinlich sekundären Ursprungs.

Zusammenfassung: An seinem Ende fährt jeder Endbronchiolus, indem er ein Alveolarkanal wird, fort, sich zu einem dichten Strauß von kurzen, weiten, alveolenhaltigen Ästen zu teilen. Dieser blumenkohlartige Strauß ist der Acinus. Er stimmt beinahe mit der von F. E. SCHULZE gegebenen und von CHARCOT verbreiteten Ansicht, ist jedoch buschiger, als man es sich nach dieser Beschreibung vorstellt. Jede Lunge ist nach einem äußerst einfachen Plan gebaut, nämlich wie ein hohler, fast un-

endlich verzweigter Baum, dessen Stamm den Stammbronchus darstellt, dessen zahlreiche Äste die Bronchien und dessen letzte Zweige die Alveolarkanäle sind. Was diese unterscheidet, ist, daß sie nach ihrer Struktur vollständig der Funktion der Hämatose angepaßt sind (Alveolisation, eigenartige, dünne, elastische Wand, respiratorisches Epithel, besonderes Kapillarnetz). / (LAGUESSE et D'HARDIVILLER *00.*)

/ Unter Beigabe klarer Abbildungen brachte LAGUESSE seine Lehre vom Bau des Lungenläppchens in seinen drei Lektionen über den Lungenbau für weitere Kreise zur Darstellung. / (LAGUESSE *01.*)

Aus den mitgeteilten Ausführungen von LAGUESSE geht nach meiner Ansicht hervor, daß die Alveolargänge beim Menschen außerordentlich räumlich entwickelt sind (räumlich entwickelter als bei zahlreichen Säugetieren) und sich offenbar verzweigen können. Das Fehlen der von anderen Autoren auch beim Menschen aufgefundenen Atrien scheint mir LAGUESSE jedoch nicht erwiesen zu haben, noch weniger scheint es mir gerechtfertigt, daß LAGUESSE dem primitiven Läppchen (Infundibulum ROSSIGNOLS, Endstück OPPELS) die reelle Existenz absprechen will. Die letzten Verzweigungen der Lufträume sind auch in der menschlichen Lunge Endstücke. Und diese Endstücke bilden nach ihrer räumlichen Ausdehnung, ich kann mich als Beweis geradezu auf die Abbildung von LAGUESSE (siehe oben p. 736, Fig. 363 bei *ac*) berufen, auch beim Menschen das wesentlichste, kaum weniger als die Alveolargänge bedeutende Organ für den Gasaustausch in der Lunge.

Pleura. / Das äußere Blatt ist da, wo es den Thoraxwänden anliegt, dicker und derber als das innere und mit vielen Fettablagerungen in dem reichen subserösen Gewebe, welche auch zwischen den Mittelfellen und den an sie angrenzenden Teilen, an dem die Lunge selbst überziehenden Teile dagegen nur selten und zwar nur hie und da an den scharfen Lungenrändern sich finden. Die Pleura besteht aus einem mit feineren und gröberen elastischen Elementen reichlich versehenen Bindegewebe und einem Pflasterepithel. Gefäße sind nicht zahlreich. Nerven fand LUSCHKA (Die Struktur der serösen Häute, Tübingen 1851, p. 78) stets in der Pleura. KÖLLIKER findet beim Menschen in der Pleura pulmonalis Nerven und Ganglienkugeln. / (KÖLLIKER *50/54.*)

/ An der äußeren Fläche der Lunge gestaltet sich das die größeren und kleineren Gruppen der Lungenbläschen zusammenhaltende Bindegewebe zu einer abgrenzenden Haut, die samt dem sie deckenden Plattenepithel als seröser Überzug der Lunge (Pleura) bezeichnet wird. / (LEYDIG *57.*)

/ Die freie Oberfläche der Pleura pulmonalis ist von einschichtigem Endothel bedeckt. KLEIN fand, daß die Zellen der Pleura pulmonalis nur während der Inspiration platt sind, während der Exspiration hingegen sind sie polyhedral oder sogar zylindrisch, ihr Inhalt ist deutlich granuliert, und der Kern ist rund. Das subendotheliale Gewebe der Pleura pulmonalis besteht aus Bündeln von fibrösem Gewebe, untermischt mit elastischen Fasern. / (TURNER *77*, p. 632.)

/ Die menschliche Pleura besteht aus einem Substratum von Bindegewebe, untermischt mit elastischen Fasern, reichlicher im parietalen Blatt als im visceralen Blatt. Es enthält Pigmentflecken und trägt ein plattes Epithel. / (NICOLAS *98.*)

/ Das elastische Gewebe der Pleura visceralis besteht aus einer Lage sich im spitzen Winkel kreuzender Fasern (siehe **Taf. III, Fig. 20**), die unter dem Pleuraepithel gelegen ist, dann folgt eine Bindegewebs-

schicht, dann noch ein dünner elastischer Faserzug von parallel zur Oberfläche der Lunge verlaufenden Fasern, die im Zusammenhang mit den Fasern der Alveolen stehen. In die Lunge hinein ziehen ab und zu septenähnliche stärkere Fortsätze von elastischem und gewöhnlichem Bindegewebe, jedoch sind dieselben beim Erwachsenen recht selten und relativ dünn, im Gegensatz zu den Lungen jugendlicher Individuen und Tiere. / (LINSER *00.*)

/ Nach STÖHR besteht die Pleura visceralis aus Bindegewebe, zahlreichen, feinen elastischen Fasern und ist an der Oberfläche von einer einfachen Schicht platter, polygonaler Epithelzellen überkleidet. Die gleich gebaute Pleura parietalis ist nur ärmer an elastischen Fasern. / (STÖHR *01.*)

In ähnlicher Weise äußert sich SZYMONOWICZ *01.*

/ „Ihrem Bau nach besteht die Pleura aus einer dünnen Bindegewebsmembran, in welcher sich die Bündel unregelmäßig kreuzen, und welcher zahlreiche elastische Fasern beigemischt sind; auch enthält sie bei erwachsenen Personen Pigmentflecken. Sie ist bedeckt von einer Lage einfachen und sehr dünnen Pflasterepithels, wie es auch anderen serösen Membranen zukommt.“ / (MERKEL *02.*)

Blutgefäße. / Die Bronchialgefäße dienen zur Ernährung gewisser Lungenteile und die Lungengefäße zur Vollziehung der eigentümlichen Funktion der Lunge. Die Äste der Arteria pulmonalis folgen den Bronchien, spalten sich jedoch häufiger dichotomisch. Schließlich gelangt zu jedem sekundären Lungenläppchen ein Zweig, der dann, im allgemeinen entsprechend der Anzahl der kleinsten Läppchen, sich spaltet und die einzelnen Luftbläschen versieht. Diese feinsten Lobulararterien versehen nicht nur ein Läppchen, sondern immer zwei und selbst drei mit feineren Zweigen. Diese dringen an und zwischen die Luftbläschen, teilen sich, indem sie in den stärkeren elastischen Balken derselben verlaufen, mehrfach, anastomosieren auch, jedoch nicht regelmäßig, untereinander oder mit Zweigen anderer Lobulararterien und lösen sich zuletzt in das Kapillarnetz der Lungenbläschen auf. Dasselbe erstreckt sich nicht nur über alle Alveolen eines kleinsten Läppchens kontinuierlich, sondern steht auch, wenigstens beim Erwachsenen, teilweise mit denen benachbarter Läppchen in Zusammenhang. Die Lungenvenen entstehen aus diesem Kapillarnetz mit Wurzeln, die oberflächlicher als die Arterien mehr äußerlich an den kleinsten Läppchen liegen, dann zwischen denselben in die Tiefe verlaufen und sich zu größeren Stämmchen vereinigen.

Die Vasa pulmonalia versorgen außer den Luftbläschen auch die Lungenoberfläche und die feineren Bronchien (REISSEISEN, ARNOLD, ADRIANI). An den Bronchien stehen demnach Pulmonalarterie und Bronchialgefäße in Verbindung. Das sonstige Verbreitungsgebiet der Bronchialarterien ist in den größeren Bronchien, dann an den Lungenvenen und Arterien, endlich in der Pleura pulmonalis. / (KÖLLIKER *50/54.*)

/ Die genaue Beschreibung des Verhaltens der Blutgefäße in den Lungen verdanken wir besonders ROSSIGNOL und ADRIANI (SCHRÖDER VAN DER KOLK und HARTING), nachdem schon früher ADDISON (Philos. Transact. 1840) auf den eigentümlichen Verlauf der Lungenvenen aufmerksam gemacht hatte. BEALE (Monthly Journ. of Edinb., 1853, p. 454) weicht hiervon in einigen Punkten ab. / (DONDERS *56.*)

/ Das Kapillarnetz, welches von der bindegewebigen Wand der Lungenbläschen getragen wird, ist eines der allerdichtesten des ganzen Körpers, so daß im angefüllten Zustande desselben nur schmale Inselchen

der bindegewebigen Grundlage zwischen den Kapillaren übrig bleiben./ (LEYDIG *57*, p. 370.)

/Das Kapillarnetz steht auch über die Interalveolarsepta hin in Zusammenhang. Die Gefäßzweige des Netzes haben einen Durchmesser von 0,003--0,005 Linien, bestehen aus einer strukturlosen Membran, welche seitlich kleine, an den Teilungsstellen größere Kerne trägt; die Größe dieser Kerne übersteigt nie das Maß von 0,001 – 0,002 Linien. Die Maschenräume haben einen Durchmesser von 0,004—0,009 Linien. Diese Größenverhältnisse sind jedoch schwankende, je nach dem Ausdehnungszustand der Lungenbläschen.

Im Zustande der Inspiration sind die Gewebsmaschen groß und nehmen den zwei- bis viermal größeren Raum ein, als das sie begrenzende Kapillargefäß; in diesem Zustande haben die Maschen alle eine mehr rundliche oder ovale Form, während bei kollabiertem Zustande des Lungengewebes namentlich die größeren Maschenräume sich in die Länge ziehen./ (J. ARNOLD *63b.*)

/„Die Lungenvenen, welche das arteriell gewordene Blut dem linken Vorhofe des Herzens zuführen, entspringen teils aus den Kapillarnetzen der Alveolen, teils aus der Kapillarität der Bronchialarterien (REISSEISEN)."/ (v. HESSLING *66.*)

/Das Lungenkapillarnetz ist eines der engsten Netze, die es nur gibt, beim Menschen nach einem feuchten Stücke bestimmt, mit rundlichen oder länglichrunden Maschen von 4,5—18 μ und Gefäßchen von 6,7—11 μ.

Die Venae bronchiales haben einen viel geringeren Verbreitungsbezirk als die entsprechenden Arterien. Das Blut der feineren Bronchien wird vorzugsweise, wenn nicht ganz durch Wurzeln der Lungenvenen (Rami bronchiales V. pulm.) abgeführt und die Bronchialvenen leiten mehr nur das Blut der Kapillarnetze in den Gefäßwänden der größeren Bronchien, der Lymphdrüsen und der Pleura in der Nähe des Hilus der Lunge ab.

Nach HEALE finden sich in der Mucosa der Bronchien zwei ganz getrennte Kapillarnetze, eines mit sehr feinen, den Bronchialgefäßen angehörenden Kapillaren und eines mit gröberen Gefäßen der Vasa pulmonalia. Ferner soll die Lungenarterie nach HEALE gar keine Äste zu der Bronchialschleimhaut abgeben, vielmehr die Pulmonalgefäße dieser unmittelbar von den Kapillaren der Läppchen abstammen und andererseits in Wurzeln der Pulmonarvenen übergehen. Somit wären diese Kapillaren ein eigentümliches Divertikel der eigentlichen respiratorischen Kapillaren der Alveolen. Wenn diese Angaben sich bestätigen, so würde der Anteil der feineren Bronchien am Gasaustausche minder erheblich sein, als man bisher annehmen durfte./ (KÖLLIKER *67.*)

/Das Verhalten der Gefäßversorgung der menschlichen Lunge findet eine eingehende Darstellung durch HENLE *73*, p. 296—298, der ich folgendes entnehme:

Arteria und Vena pulmonalis dienen der Atmung, die Arteriae und Venae bronchiales ernähren die Lunge. Doch ist die räumliche Trennung beider Systeme keine scharfe. Einerseits breiten sich Zweige der Pulmonalarterien schon auf der Bronchialschleimhaut aus, andererseits findet das aus der Wand der Bronchien zurückkehrende Blut durch Einmündung in Äste der Vena pulmonalis den Weg zum linken Herzen.

Die Verästelung der Vena pulmonalis folgt bis zum Eintritt in die Lobuli genau den Verästelungen des Bronchus und steht ihnen auch

hinsichtlich des Kalibers gleich. Dann verzweigen sich die Äste der Arterien rascher als die Bronchialäste, so daß sie weiterhin in deren Adventitia eingebettet erscheinen. Die eigentliche Endverzweigung der A. pulmonalis beginnt mit dem Auftreten der parietalen Alveolen. Die Endzweige anastomosieren untereinander und bilden das Kapillarnetz der Alveolen. Einzelne Äste der Pulmonalarterie dringen indes schon früher, aus Stämmchen, welche Bronchialzweige höherer Ordnung begleiten, durch die Wand dieser Zweige zu deren innerer Oberfläche vor, um in Kapillarnetze überzugehen, die zwischen den kapillären Ausbreitungen der Bronchialgefäße unregelmäßig eingeschaltet sind (ADRIANI).

Die Arteriae bronchiales geben zuerst im Hilus Äste an die Gefäßstämme, die Lymphdrüsen, das interstitielle und subpleurale Bindegewebe ab. Mit den Bronchien sich verzweigend, unterscheiden sie sich von den Ästen der A. pulmonalis außer durch das bei weitem geringere Kaliber, auch durch die zahlreichen Zweige, die sie von der Adventitia der Bronchien aus den bindegewebigen Scheidewänden der Lobuli und der Wand der Bronchien zuschicken. In der Bronchialwand entsteht aus diesen Zweigen ein äußeres, der Muskelhaut, und ein inneres, der Schleimhaut angehöriges Kapillarnetz, jenes mit quer, dieses mit der Länge nach verlängerten Maschen, das Kapillarnetz der Schleimhaut feiner und dichter, als das der Muskelhaut, aber an Feinheit hinter dem Kapillarnetz der Alveolen weit zurückstehend. An der oberen Grenze der parietalen Alveolen stehen die Kapillargefäße der Bronchialschleimhaut mit dem Netz der Alveolen in Zusammenhang.

Die Venae pulmonales entstehen aus den Kapillarnetzen der Alveolen und der feineren Bronchien. Die Venenzweige, welche von den Alveolen stammen, können in tiefe und oberflächliche unterschieden werden. Die tiefen schließen mit dem entsprechenden Arterienzweige an einen Bronchialast an. Allmählich zu stärkeren Ästen zusammenfließend, stellen diese Venen eine Gefäßausbreitung dar, deren Verästelung mit der der Pulmonalarterie gleichen Schritt hält. Die oberflächlichen Zweige der Pulmonalvene entspringen aus den Alveolen, die den Grund der Alveolargänge namentlich an der Oberfläche der Lunge bilden, ziehen unter der Bindegewebsumhüllung des Lobulus und senken sich entweder innerhalb einer der den Lobulus durchsetzenden stärkeren Scheidewand in die Tiefe, um einen tiefen Lungenvenenzweig zu erreichen, oder sie bleiben oberflächlich, erzeugen ein weitmaschiges Netz, welches, mit den oberflächlichen Lymphgefäßen, dicht unter der Pleura in den Interstitien der Lungenläppchen liegt und ansehnlichen Zweigen den Ursprung gibt, die sich erst im Hilus mit den Stämmen der Pulmonalvenen vereinigen. (In der Beschreibung der Vena pulmonalis und ihrer Ursprünge folgt HENLE vorzugsweise ROSSIGNOL und hält die Äste der Arteria pulmonalis zur Pleura, deren REISSEISEN und ADRIANI gedenken, für identisch mit ROSSIGNOLS oberflächlichen Pulmonalvenenästen.)

Die bronchialen Wurzeln der Pulmonalvenen verbinden sich auf dem kürzesten Wege mit den tiefen Ästen der letzteren.

Bezüglich der Bronchialvenen ist es noch unentschieden, ob sie ihre Zufuhr an Blut lediglich von den im Hilus gelegenen Teilen und von der Oberfläche der Lunge erhalten (REISSEISEN, WATERS) oder ob sie ihre Wurzeln längs den Bronchien weiter hinab und zu der äußeren Wand und Adventitia auch der feineren Bronchialäste erstrecken (ROSSIGNOL).

Das Kapillargefäß der Alveolen gehört zu den feinsten, dichtesten und gleichmäßigsten. Seine Lücken sind kaum weiter und nicht selten enger, als die Gefäße, während die Gefäße selbst eben die nötige Weite haben, um Blutkörperchen passieren zu lassen.

„Je nachdem die Alveolen von Luft erfüllt und gedehnt oder zusammengefallen sind, sind die Kapillargefäße enger oder weiter, gestreckt oder geschlängelt; bei reichlicher Füllung (mit Blut oder Injektionsmasse) in einer luftleeren Lunge ragen sie schlingenförmig in das Lumen des Alveolus vor, das Epithelium und eine dünne Substanzlage der Basalmembran, die nicht einmal durchgängig nachweisbar ist, vor sich hertreibend." (HENLE *73.*)

„Die Lungenvenen sammeln sich aus dem Kapillarnetz, welches den Fundus der Infundibula überdeckt — dasselbe ist also venös, während die seitliche Peripherie der letzteren von arteriellen Kapillaren eingenommen wird." (KRAUSE *76.*)

„HALLER, HYRTL, HENLE, FRIEDRICH ARNOLD, LUSCHKA sind alle durch anatomische Untersuchungen zu dem Resultat gekommen, daß die Gefäßgebiete der Arteria bronchialis und pulmonalis, sowie der Vena pulmonalis keineswegs in sich abgeschlossen seien, sondern daß vielfache gegenseitige Beziehungen bestehen. VIRCHOW hat zuerst auf experimentellem Wege dargetan, daß die Bronchialarterie für das nutritive Geschäft „der Lunge genüge und daß das funktionelle Gefäß ohne Nachteil für die Ernährung des Organs unterbrochen werden könne".

Dagegen nehmen RINDFLEISCH, COHNHEIM und LITTEN (Über die Folgen der Embolie der Lungenarterie, Virch. Arch. 1875, Bd. LXV) an, daß die Gefäßbezirke der Lunge mehr in sich abgeschlossene seien. RINDFLEISCH wendet den von COHNHEIM in die anatomische Literatur eingeführten Begriff der Endarterie zuerst auf die Lungenarterie an und konstatiert, daß alle Hauptäste der Arteria pulmonalis Endarterien sind.

KÜTTNER findet an der Lunge vom erwachsenen Menschen (besonders geeignet für die Injektion sind Lungen vom Neugeborenen, auch vom Hunde, weniger vom Kaninchen) über die Verzweigungsgebiete der einzelnen Gefäßsysteme:

1. Die Äste der Arteria pulmonalis verbreiten sich wesentlich und in ausgedehntester Weise an den Infundibeln und Alveolen; außerdem aber in der Mucosa der Bronchien. In das interlobuläre und subpleurale Bindegewebe treten mehr vereinzelte Zweige ein. Die Arteria pulmonalis steht somit zwar vorwiegend, aber nicht ausschließlich einer sekretorischen Funktion vor.
2. Die sogenannten Arteriae bronchiales verzweigen sich vorwiegend in den äußeren Lagen der Bronchialwand, dem subpleuralen und interlobulären Bindegewebe; sie entsenden aber auch Ästchen zu den Alveolen und zur Mucosa der Bronchien. Die Arteriae bronchiales sind somit vorwiegend, aber nicht ausschließlich nutritive Gefäße.
3. Die aus dem Kapillarbezirke der Infundibeln und der Mucosa der Bronchien entspringenden Gefäße ergießen ihr Blut hauptsächlich in die Pulmonalvenen, während diejenigen Gefäße, welche aus den in den äußeren Schichten der Bronchialwand, sowie im subpleuralen und interlobulären Bindegewebe gelegenen Kapillarbezirken stammen, als sogenannte Bronchialvenen in die Azygos und Cava superior eintreten.

4. Berücksichtigt man die Verbreitung der Gefäße in den einzelnen Gewebsteilen nach ihrem genetischen Ursprung aus den Keimblättern, so würde sich als Regel ergeben, daß die Abkömmlinge des Drüsenblattes, mögen sie sich nun zu einem Plattenepithel in den Alveolen umgestalten oder als Zylinderepithel in den großen Bronchien erhalten, wesentlich von den Zweigen der Arteria pulmonalis, diejenigen des Darmfaserblattes von den Arteriae bronchiales versorgt werden.

Aus den Befunden von KÜTTNER ergibt sich, daß die Gebiete der einzelnen Gefäße keineswegs so begrenzt sind, wie dies von COHNHEIM und LITTEN angegeben worden war. Was speziell die Arteria pulmonalis anbetrifft, so stehen deren Zweige unter sich in ausgedehnter Verbindung; wenn diese auch wesentlich kapillärer Natur ist, so können sich dergleichen kapilläre Verbindungen (wie besonders die Befunde von KÜTTNER *74* beim Frosch ergaben) unter gegebenen Verhältnissen zu weiten anastomotischen Zweigen umgestalten.

Außerdem aber bestehen zahlreiche Verbindungen, arterielle Anastomosen zwischen der Arteria pulmonalis und den Arteriae bronchiales. Es steht zwar fest, daß man die Arteria pulmonalis insofern als Endarterie auffassen kann, als ihre Zweige unter sich nur durch kapilläre Röhren kommunizieren. Der Umstand aber, daß die zwischen ihr und den Zweigen der Arteriae bronchiales bestehenden zahlreichen kapillären Anastomosen sich jederzeit zu weiten Gefäßzweigen umgestalten können (worauf die experimentellen Untersuchungen KÜTTNERS hinweisen) muß uns daran zweifeln lassen, daß der Arteria pulmonalis in funktionellem Sinne die Bedeutung einer Endarterie zukomme. / (KÜTTNER *78*.)

/ Die Verbindungen zwischen den venösen Lungengefäßen und andererseits die Kommunikation der Lungenvenen mit den Mediastinalvenen hat ZUCKERKANDL in einer früheren Abhandlung besprochen. Ähnlich den venösen Lungengefäßen anastomosieren auch die arteriellen Gefäße der Lunge vielfach untereinander, und ZUCKERKANDL kommt zu dem Resultat, daß an der Vaskularisation des Bronchialbaumes sich zwei Gefäßsysteme beteiligen, und zwar an den primären Luftröhrenästen die Bronchialis, an den intralobulären ausschließlich die Pulmonalis, und an den sekundären sowohl die erstere wie die letztere, doch so, daß an den zentralen Stücken die Ramifikation der Bronchialis, an den peripheren hingegen die der Pulmonalis überwiegt. Dem Anastomosenkomplex zwischen beiden Gefäßsystemen fällt neben anderen Leistungen vielleicht auch noch die Aufgabe zu, durch Überleitung von arteriellem Blute in die Pulmonalis die nutritive Fähigkeit der letzteren zu verstärken. / (ZUCKERKANDL *83*.)

Über die Blutgefäße der menschlichen Lunge vergl. auch SAPPEY *89*, p. 448 ff.

/ Blutquellen sind die Bronchialarterien (ausschließlich für Ernährung der Lunge) und die Pulmonalarterien, zurück leiten das Blut die Bronchialvenen und die Pulmonalvenen.

Die Bronchialarterien folgen den Bronchien bis zum Gipfel des Lungenläppchens und geben Blut zur Pleura, zum Bindegewebe der Lunge, den Lymphknoten, der Tunica externa der Lungengefäße und den Bronchien.

Die Bronchialvenen reichen mit ihren Verzweigungen bloß bis zu den Bronchien vierter und fünfter Ordnung, haben also einen viel kleineren Verbreitungsbezirk als die entsprechenden Arterien. Von den feineren

Verzweigungen der Bronchien wird das Blut durch die Bronchialäste der Vena pulmonalis zurückgeführt.

Die Pulmonalarterie folgt den Verzweigungen der Bronchien derart, daß ein Arterienzweig mit dem sublobulären Bronchus in das Läppchen eindringt und sich mit diesem weiter teilt. Bei Beginn der Alveolargänge begibt sich die Arterie an die Peripherie des Acinus und löst sich in Kapillaren auf, welche sich an die Alveolenwände verteilen (JOFFROY, Des differentes formes de la bronchopneumonie).

Betreffend die Anastomosen der letzten Verzweigungen der Pulmonalarterie sind folgende beide Ansichten angenommen:

1. Es scheint keine direkten Anastomosen zwischen den Verzweigungen der Bronchialarterien und den letzten Zweigen der Pulmonalarterie zu geben;
2. die Arteria lobularis ist eine Endarterie in dem Sinne, daß es keine direkten Anastomosen zwischen den Zweigen der benachbarten Läppchen gibt. Doch muß man in funktioneller Beziehung annehmen, daß in Anbetracht des bedeutenden Volumens der Lungenkapillaren sich Gefäßverbindungen bilden können zwischen dem Läppchen und dem perilobulären Bindegewebe, zwischen den Läppchen und der Pleura und infolgedessen zwischen den verschiedenen Läppchen (JOFFROY).

Die Maschen des Kapillarnetzes der Alveolen messen 4 μ, 5—18 μ im Durchmesser. Je nach dem Spannungszustand der Alveolen verlaufen die Kapillaren gerade oder wellig und springen in das Innere der Lufträume vor.

Die Pulmonalvenen entstehen aus zwei Quellen:

a) aus den Wänden der Bronchiolen entstehen die einen ihrer Wurzeln und nehmen die Kapillaren der Bronchialarterien auf. Sie ersetzen die im Niveau der kleinen Bronchien fehlenden Bronchialvenen;
b) der größte Teil ihrer Zweige entsteht aus den perilobulären Räumen, sie vereinigen sich am Stiel des Lobulus untereinander und hernach mit den Bronchopulmonalvenen und begleiten die Bronchialverzweigung und die Pulmonalarterien. Im Gegensatz zu den Arterien zeigen die Venen benachbarter Läppchen zahlreiche Anastomosen./ (BERDAL *94*.)

/Die Ausbreitung der Bronchialarterien findet sich an den größeren Bronchien, an den Lungenvenen und Arterien, an den Lymphdrüsen der Lunge, in dem interlobulären Bindegewebe, endlich in der Pleura pulmonalis. Die Bronchialarterien anastomosieren mit ziemlich dicken Zweigen (bis 0,5 mm), mit Zweigen der Lungenarterien, wie RUYSCH entdeckte und E. ZUCKERKANDL *83* mit Rücksicht auf die bestehenden Kontroversen genauer feststellte (siehe oben p. 744).

Die Bronchialvenen haben einen viel geringeren Verbreitungsbezirk als die Bronchialarterien und ergießen sich großenteils in die Lungenvenen (Rami bronchiales V. pulm.), mit welchen selbst, wie E. ZUCKERKANDL (Sitz.-Ber. d. k. Akad. Wien, Bd. LXXXIV, 1881) nachwies, aus den Bronchialästen I. Ordnung und aus den Bronchen kommende Venen anastomosieren. Ein Teil des von den Bronchialvenen gesammelten Blutes aus den größeren Bronchialästen, den Lymphknoten und der Pleura wird jedoch in die Vena azygos bezw. V. hemiazygos abgeführt./ (v. EBNER *99*.)

/Die Verzweigungen der Arteria und Vena pulmonalis, bei denen der sonst typische Unterschied zwischen Venen und Arterien fast voll-

ständig wegfällt, unterscheiden sich darin, daß bei der Vene die Elastica interna bedeutend geringer ausgebildet ist. Die Erklärung der geringen Differenz zwischen Arterien- und Venenwandung ist durch die Physiologie des Lungenkreislaufes genügend gegeben (geringer Blutdruck in der Arteria pulmonalis). / (LINSER *oo.*)

Lymphgefäße. / Es gibt oberflächliche und tiefe Lymphgefäße. Die ersteren verlaufen im subserösen Bindegewebe in den Zwischenräumen der größeren und kleineren Läppchen und bilden ein oberflächlicheres feineres und ein tieferes gröberes winkliges Netz, das die gesamte Lungenoberfläche überzieht und einerseits durch besondere oberflächliche, mit den oberflächlichen Blutgefäßen verlaufende Stämmchen nach der Lungenwurzel sich entleert, andererseits durch viele zwischen den Läppchen in die Tiefe tretende Stämmchen in die tieferen Gefäße einmündet, welche von den Wänden der Bronchien und Blutgefäße, namentlich denen der Arteriae pulmonales, entstehen und, nach und nach zu größeren Stämmen geeint, mit diesen Kanälen durch die Lungensubstanz und auch einige kleinere Lymphdrüsen, Glandulae pulmonales, hindurch zur Lungenwurzel treten, um sich dann mit den größeren Glandulae bronchiales in Verbindung zu setzen. / (KÖLLIKER *50/54.*)

/ HIS gelang die Füllung der unter der Serosa verlaufenden Lymphgefäßwurzeln an der Lungenoberfläche vom menschlichen Neugeborenen und von einem ca. 6 monatlichen Fötus. Senkrechte Schnitte zeigten, daß die Lymphkanäle nicht unmittelbar unter der verdichteten Schicht liegen, die die glatte Oberfläche der Serosa bildet, sondern sie finden sich in der Subserosa, meist unmittelbar über dem Parenchym der unterliegenden Teile, indem sie aus den bindegewebigen Interstitien derselben Zweige beziehen. Diese Kanäle zeigen durchaus nichts, was auf eine selbständige Membran bezogen werden könnte, sondern sie stoßen unmittelbar an das umgrenzende Bindegewebe und sind von diesem nur durch einen einfachen scharfen Kontour abgesetzt. / (HIS *63.*)

/ Bei Silberinjektionen menschlicher Lungen vom Bronchialbaum aus fanden sich, außer einer Färbung der Kittsubstanz des alveolaren Epithels und des Endothels der Pleura, positive Bilder des Lymphgefäß- und Saftkanalsystems im peribronchialen Zellengewebe. / (KÜTTNER *75.*)

/ Die Lymphgefäße der Lunge bilden zwischen den Lobuli und Infundibula gelegene weitmaschige Netze; sie führen teils zu oberflächlichen, unter der Pleura die Lobulargrenzen umziehenden, teils zu tiefen, aus dem Hilus der Lunge hervortretenden Stämmchen. Die oberflächlichen gelangen entweder direkt zum Hilus, oder kommunizieren mit den tiefen im interstitiellen Bindegewebe der Läppchen. / (W. KRAUSE *76.*)

/ Die Lymphgefäße entstehen von den Alveolen und anastomosieren um dieselben, so entsteht ein perilobuläres Netz. Von diesem Netz abgehende Zweige verbinden sich zu intralobulärer bronchialer Ramifikation, diese anastomosieren ihrerseits und bilden andere Netze, welche die größeren Segmente des Läppchens umgeben, und aus ihrer Verbindung entsteht ein peripheres Netz, welche das Ganze umgibt. Es besteht also 1. ein periinfundibuläres Netz, 2. perisegmentäre Netze, 3. ein perilobuläres Netz. Diese Netze sind untereinander aufs innigste verbunden.

Die oberflächlichen und tiefen Stämme, welche daraus hervorgehen, behält SAPPEY bei, doch sind dieselben untereinander verbunden. / (SAPPEY *85.*)

/ Die Lymphgefäße der Läppchen der Lunge sind noch nicht in ihrem Ursprung selbst beobachtet. Doch darf man annehmen, daß sie aus anastomosierenden kapillaren Wurzeln entstehen, welche die Wände

des intralobulären Bronchus und alle seine Teilungen und andererseits die Alveolenwände bedecken. (SAPPEY *89*.)

Die zahlreichen Lymphgefäße der Lunge entstehen:

1. von den Verzweigungen der Bronchien und Alveolen:
2. vom Gefäßsystem (Arterien und Venen).

Diese Lymphgefäße teilen sich in zwei Gruppen. Die einen ziehen mit den Bronchialteilungen und gelangen, nachdem sie mit den Lymphgefäßen der benachbarten Venen anastomosiert haben, gegen die Lungenwurzel: die anderen folgen dem Bindegewebe der perilobulären Räume und gelangen zu einem Netz, welches auf der Lungenoberfläche und der Serosa liegt. (BERDAL *94*.)

In den größeren Bronchialästen verhalten sich die Lymphgefäße der Schleimhaut wie in der Trachea, auch in den feineren Bronchialzweigen lassen sich noch Lymphgefäße nachweisen; nicht mehr aber in den Alveolengängen, wie W. S. MILLER *96* und TEICHMANN *96* angeben, während WYWODZOFF an den Wandungen der Alveolen selbst Lymphräume, welche die Blutkapillaren kreuzen, gefunden zu haben glaubte. Über die terminalen Bronchiolen hinaus lassen sich nach W. S. MILLER *96* Lymphgefäße nur mehr längs der Arterien und Venen, und zwar längs der ersteren meistens ein Rohr, längs der Venen gewöhnlich zwei Röhren nachweisen, welche unter sich und mit den subpleuralen Lymphgefäßnetzen zusammenhängen.

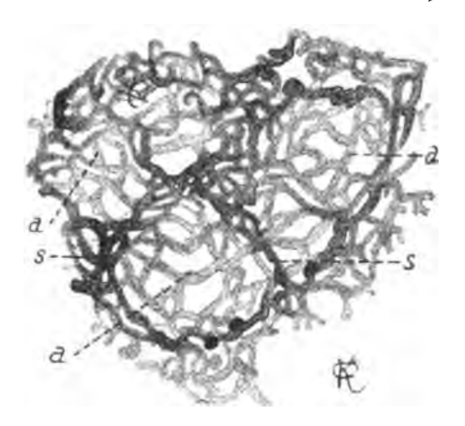


Fig. 364. **Lunge vom Menschen.** Schnitt mit injizierten Blutkapillaren. *a* Kapillarnetz am Boden, *s* an den Seitenwänden der Alveolen. Vergröß. 200fach. (Nach v. EBNER *99*.)

Die Lungenkapillaren (siehe Fig. 364) sind, außer von einer äußerst dünnen, homogenen Schicht der Grundmembran der Alveolen, in welcher sie eingebettet sind, noch vom Epithel, und zwar vorzüglich von den dünnen kernlosen Plattenzellen überzogen. Trotz dieses doppelten Überzuges ist die Dicke der Schicht, welche das Blut der Kapillaren von dem lufthaltigen Hohlraum der Alveole trennt, kaum 1 μ dick. (V. EBNER *99*.)

Lymphgewebe. Auch die menschliche Lunge besitzt lymphatische Apparate. Auch hier finden sich wie bei den von ARNOLD untersuchten Säugetieren subpleurale, perivaskuläre und peribronchiale Anhäufungen lymphatischen Gewebes. Beim Erwachsenen pflegen dieselben ärmer an zelligen Elementen zu sein, als bei jugendlichen Individuen. Die Zwischensubstanz tritt mehr hervor und dadurch erhält das ganze Gebilde mehr einen fibrösen Charakter.

In der Pleura mediastinalis wurden lymphatische Anhäufungen von KNAUFF, WALTHER, BURDON-SANDERSON und KLEIN (Literaturangaben s. oben p. 669, auch bei ARNOLD) beschrieben. Wie schon KNAUFF und WALTHER hervorgehoben haben, kann man folgende Formen unterscheiden. Die einen gleichen zottenartigen Auswüchsen und bestehen aus einem Geflecht ziemlich starker Gefäße: an der Oberfläche sind sie mit einer strukturlosen Haut bekleidet.

Die anderen erscheinen in der Art kleiner Gefäßknäuel, welche längs der Blutgefäße liegen und von einer homogenen Membran, sowie einem Endothel überkleidet werden.

Die dritte Form ist endlich charakterisiert durch ihre Zusammensetzung aus lymphoiden Zellen. Letzteren stehen die in der Pleura pulmonalis von ARNOLD beschriebenen Knötchen bezüglich ihres Baues am nächsten. / (J. ARNOLD *80*.)

/ KÖLLIKER fand viele lymphknötchenähnliche Bildungen, teils pigmentiert, teils ungefärbt und kann in betreff des Sitzes derselben im allgemeinen die Angaben ARNOLDS bestätigen, mit der Einschränkung jedoch, daß ihr Hauptsitz die stärkeren Züge interlobulären Bindegewebes im Innern der Lunge waren. In keiner Ansammlung lymphoider Zellen in den Lungen fand KÖLLIKER das echte Reticulum der wahren adenoiden Substanz.

KÖLLIKER ist bereit, KLEIN *75* und ARNOLD *80*, die annehmen, daß die von den Bronchien kommenden Lymphgefäße diese Stellen durchziehen und körperliche, von ihnen aufgenommene Teilchen zuerst in denselben ablagern, zu folgen, ohne jedoch eigene Erfahrungen vorbringen zu können. / (KÖLLIKER *81*.)

/ Das adenoide Gewebe kommt nicht bloß interlobulär und in der Faserhaut der Bronchien, sondern auch subpleural vor, wie J. ARNOLD *80* und C. LÜDERS (Über das Vorkommen von subpleuralen Lymphdrüsen, Kiel 1892, Diss.) darlegten.

Die Lymphknötchen unter der Pleura sind regellos zerstreut und können bis erbsengroß werden und vollständig den Bau von Lymphknoten mit Rindenfollikeln und Marksubstanz besitzen.

Ausnahmsweise sind einzelne Stellen des interlobulären Bindegewebes der Sitz eosinophiler Zellen. / (v. EBNER *99*.)

Pigment. Über das Lungenpigment des Menschen siehe oben p. 671 ff.

/ Das Pigment liegt meist (in der Lunge der Erwachsenen) im Bindegewebe zwischen den Läppchen oder auch im bindegewebigen Gerüst der Lungenbläschen selbst. / (LEYDIG *57*.)

/ Man kann zwischen einer „Anthrakose" und „Melanose" der Respirationsorgane unterscheiden. / (FREY *76*.)

/ In manchen Fällen treten schon bei älteren Kindern dunkle Pigmentkörnchen auf. Die Pigmentzellen hatten meistens eine runde, seltener eine spindelförmige oder verästigte Gestalt. Beim Erwachsenen fehlt Pigment in diesen Anhäufungen niemals, obgleich das Lungengewebe sonst pigmentfrei oder mindestens pigmentarm ist. Auch beim Erwachsenen liegt in pigmentreichen Lungen das Pigment in rundlichen, spindelförmigen und verästigten Zellen oder „scheinbar frei zwischen diesen". / (J. ARNOLD *80*.)

/ Im Lungenepithel der Alveolarwand des Menschen findet sich Pigment. / (BARABAN *90*.)

/ Auch BRASS verlegt das Lungenpigment beim Menschen in die die Blutgefäße begleitenden Lymphbahnen; „die Lymphzellen haben hier Kohlenstaubpartikelchen abgelagert". / (BRASS *96*.)

/ Es besteht heute kein Zweifel darüber, daß einzelne schwarze Pigmente der menschlichen Lunge auf in die Luftwege bei der Atmung eingeführte Kohlenteilchen zurückzuführen sind, und es wird eine solche Lungenpigmentierung gewissermaßen als physiologisch anerkannt. Diese Anschauung wird auch in neueren Arbeiten vertreten, welche sich mit

pathologischen Pigmentierungen beschäftigen, so z. B. in den Arbeiten von E. NEUMANN *00*, M. B. SCHMIDT *00* und R. VIRCHOW (Zusatz zur letzteren Arbeit), über welche oben p. 679 f. berichtet wurde./ (OPPEL *02*.)

Nerven: / Die Nerven der Lungen stammen vom Vagus und Sympathicus, bilden den schwächeren Plexus pulmonalis anterior und den stärkeren Plexus posterior und verbreiten sich vorzüglich mit den Bronchien und der Arteria pulmonalis, begleiten aber auch hier und da die Lungenvenen und geben ebenfalls Ästchen an die Vasa bronchialia ab (REISSEISEN). REMAK (Med. Zeitg. v. d. Ver. f. Heilk. in Preußen 1840, No. 2) hat weiße Fäden, die er vom Vagus ableitet, mit den Bronchien bis nahe an die Oberfläche der Lunge verfolgt, ebenso graue Fäden, die er ebenfalls zu den Bronchien und auch zur Pleura treten sah und an den Bronchien mit kleinen, selbst mikroskopischen Knötchen versehen fand (vergl. auch Müllers Archiv 1844, p. 464), welch letztere Beobachtung SCHIFF (Griesing. Archiv Bd. VI, p. 792) bestätigt, der die Ganglien auch an den feineren Verzweigungen sah. Auch KÖLLIKER traf konstant Ganglien und isolierte interstitielle Ganglienkugeln an der Ausbreitung der Lungennerven bis zu Ästchen von 0,03‴./ (KÖLLIKER *50/54*.)

/ Die Nerven der Lunge verlaufen mit den Bronchien, führen viele blasse, kernhaltige Fasern neben doppeltkontourierten, auch Ganglienzellengruppen. Erstere Fasern gehen zu den glatten Muskelfasern, die dunkelrandigen zur Schleimhaut der Bronchien. Ihre Endigungen waren damals nicht bekannt. / (W. KRAUSE *76*.)

Auch in neuerer Zeit ist über die Nervenendigungen in der Lunge des Menschen (außer den oben p. 680 ff. erwähnten Angaben von RETZIUS) nichts bekannt geworden, und wer heute dieses Gebiet streift (wie z. B. v. EBNER *99* u. a.), muß sich darauf beschränken, über die oben p. 701 ff. und 272 ff. dargestellten Resultate an Tieren von BERKLEY (Ratte), CUCCATI und SMIRNOW (Frosch) zu berichten.

Entwicklung der menschlichen Lunge. / Die Lungenanlage ist beim menschlichen Embryo noch vor Eintritt der Körperkrümmung, d. h. vor Ablauf der dritten Woche erkennbar, als eine hinter dem Herzvorhofe liegende Ausbuchtung des Vorderdarmes (HIS *80—85*, III, p. 15 ff.) Sie beginnt oben als eine schmale Rinne und endet in der Höhe des Herzvorhofes mit einem ausgeweiteten Absatze. Die obere enge Strecke ist die Anlage der Trachea, die unten ausgeweitete diejenige der Lungen. Eine mediane Teilung der beiden Lungenanlagen besteht anfangs nicht und vorerst ist es auch schwer, ihre Abgrenzung von der Trachealanlage sicher zu bestimmen. Im allgemeinen zeichnet sich die noch unpaare Lungenanlage durch die Mächtigkeit ihrer Epithelbekleidung aus. Die Trennung der Lungen und der Trachea vom Ösophagus vollzieht sich von unten nach oben hin. Bei den Embryonen von etwa 3 bis 3½ Wochen ist dieselbe erst teilweise durchgeführt, sie vollendet sich am Schlusse des ersten Monats. Gleichzeitig vollzieht sich auch die bilaterale Scheidung der Lungenanlage. Die Sprossenbildung der epithelialen Lungenröhren beginnt vom Schluß des ersten Monats ab, und sie schreitet so rasch vorwärts, daß nach der Mitte des zweiten Monats jederseits ein reich verzweigtes Astwerk vorhanden ist. / (HIS *87*.)

/ Beim menschlichen Embryo von 10 mm sind die Lungenlappen einfache blindsackförmige Erweiterungen der Bronchien und zeigen dasselbe zylinderförmige Epithel. Indem sie sich verzweigen, drängen diese Enden der Bronchien das Mesoderm zurück, welches sich auf ihnen genau abdrückt. Gleichzeitig trennt sich dieses Mesoderm nach hinten und

unten von dem, welches den Oesophagus umgibt und an der Dorsalwand befestigt. / (PHISALIX *88.*)

/ Die erste Anlage des Atmungsapparates erscheint bei dem menschlichen Embryo in der dritten Woche als eine hohle, blind endigende, ventral gerichtete unpaare Ausstülpung des Vorderdarms. In der vierten Woche teilt sich die unpaare blind endigende Anlage in zwei Schenkel, die Anlagen der beiden Stammbronchien und Lungen. Die beiden Anlagen sind von vornherein asymmetrisch, indem die rechte etwas voluminöser erscheint als die linke. Diese Asymmetrie ist schon in einer unsymmetrischen, etwas nach rechts gerichteten Lage der unpaaren Anlage angedeutet und gleichsam begründet. Jede sackförmige Anlage treibt noch in der vierten Woche knospenförmige Ausbuchtungen, und zwar entstehen links zunächst zwei, rechts drei solcher Wucherungen, welche die Anlagen der entsprechenden Lappen sind. Die Kanäle sind von einer hohen Epithelschicht ausgekleidet. Die weitere Verästelung des Röhrensystems ist wesentlich dichotomisch. Vom vierten Monate an treten sowohl in der Luftröhre als in allen Bronchien Flimmerhaare auf dem Epithel auf. Die kleinsten Lungenläppchen mit den Alveolen entstehen dadurch, daß ein Bronchialende mit den betreffenden endständigen Drüsenbläschen Knospen treibt, die nicht mehr (wie früher) voneinander sich trennen und zu neuen gestielten Bläschen werden, sondern alle miteinander verbunden bleiben und später in einen gemeinsamen Binnenraum einmünden. Diese Bildung der Alveolen und kleinsten Läppchen, im sechsten Monate beginnend, kommt erst in den letzten Monaten des intrauterinen Lebens zu ihrer Vollendung. Es darf angenommen werden, daß in der nachembryonalen Zeit keine neuen Alveolen mehr entstehen. (O. SCHULTZE *97.*)

Entwicklung des Lungenepithels (siehe auch oben p. 685f.): / Nach KÖLLIKER sind bei menschlichen Embryonen von acht Monaten, die nicht geatmet haben, die Alveolen noch von einem ganz gleichmäßigen, ziemlich dicken Pflasterepithel ausgekleidet. / (v. KÖLLIKER *80a.*).

/ Die Becherzellen unter den Endothelzellen (sic) der Froschlunge wurden auch in der Lunge menschlicher Embryonen wieder gefunden und von GRANCHER eingehend beschrieben. / (BERDAL *94.*)

Entwicklung des elastischen Gewebes der menschlichen Lunge. / Bei totgeborenen oder kurz nach der Geburt gestorbenen Kindern war der Zustand aller Elemente der Lunge ein unvollendeter. Die elastischen Fasern insbesondere setzten sich nicht auf längere Strecken mit scharfen, ununterbrochenen Grenzlinien fest, sondern an ihrer Stelle fanden sich schmale und lange, lockere untereinander zusammenhängende Kerne, welche durch die Lage ihres größten Durchmessers auf die Richtung des späteren Faserzuges deutlich hinweisen. Die vollständige Entwicklung der elastischen Fasern bleibt erst derjenigen Zeit vorbehalten, wo schon die Lungenatmung begonnen hat. / (O. KÖSTLIN *49*, p. 143f.)

/ LENZI hat die Entwicklung des elastischen Gewebes in der menschlichen Lunge untersucht und kommt zu folgenden Resultaten: Entsprechend den Beobachtungen KÖLLIKERS ist das Epithel in den Bläschen und Schläuchen der Lunge auf dem Wege der Entwicklung einfach kubisch im dritten Monat. In den größeren Bronchien ist es auch in dieser Zeit geschichtet, mit Flimmern gegen Ende des dritten Monats. Gegen Ende des dritten Monats finden sich in den größeren Bronchien Kerne von hyalinem Knorpel. Die ersten elastischen Fasern, welche in der Lunge erscheinen, sind die der Blutgefäße. Die elastischen Fasern er-

scheinen chronologisch: zuerst in den größeren Bronchien, wo sie hauptsächlich eine Längsschicht in der Mucosa bilden, dann in den kleineren Bronchien, darauf auf dem Grunde der Lungenbläschen und in den Alveolensepten. In der Lunge eines Fötus von $9\frac{1}{2}$ cm (ungefähr drei Monate alt) sind die elastischen Fasern außer in den Gefäßen sichtbar schon im Chorion derjenigen großen Bronchien, welche schon mit Knorpelkernen versehen sind. Nach dem Ende des dritten Monats (12 cm) zeigt Orcein feinste Bündel elastischer Fasern auch in einigen kleineren Bronchien. Im vierten Monat (17 cm) sind die elastischen Fasern überdies in vielen kleineren Bronchien zerstreut, auf dem Grunde der primitiven Lungenbläschen und in den noch immer ziemlich dicken Bindegewebssepten. Im siebenten Monate (dem ältesten von LENZI untersuchten Stadium) sind die elastischen Fasern der Lunge dicker und zahlreicher als in den vorhergehenden Stadien, haben schon die Anordnung angenommen, welche sie hernach beim Fötus zu Ende und beim Erwachsenen zeigen und bilden nunmehr gleichsam allein die Wände der Alveolensepten, derart, daß die Lunge eine für ihre Funktion unerläßliche Struktureigentümlichkeit angenommen hat./ (LENZI *98*).

/Die Untersuchung menschlicher Embryonen und der Lunge verschiedener Säugetiere führen LINSER zu folgenden Folgerungen: 1. Das elastische Gewebe bildet sich beim Menschen und wohl auch allen anderen Säugetieren erst nach der Geburt aus. Was im Embryonalleben davon vorhanden ist, kann nicht als voll angesehen werden, da es sich bei Färbungen auf elastische Fasern nur schwach färbt und damit als Vorstadium, als „junges“ elastisches Gewebe gekennzeichnet wird. 2. Nach der Geburt ist die Entwicklung des elastischen Lungengewebes eine rapide, indem es beim Menschen schon nach einem Monat seinen späteren Stand fast vollkommen erreicht. 3. Die Stärke der Ausbildung des elastischen Gewebes beim Erwachsenen ist individuellen Schwankungen unterworfen. 4. Beim Tier steigt mit dem Grade der körperlichen Betätigung, mit der Schnelligkeit auch die Entwicklung des elastischen Lungengewebes. 5. Die Pulmonalgefäße erleiden mit der Geburt eine Änderung ihrer Wandstruktur im Sinne der morphologischen Annäherung der Arterien an die Venen./ (LINSER *00*).

/In einer weiteren Arbeit weist LENZI *00* darauf hin, wie weit die von LINSER erhaltenen Resultate mit LENZIS früher (siehe oben) publizierten Ergebnissen übereinstimmen. Die Annahme LINSERS, daß das wahre elastische Gewebe in der menschlichen Lunge erst nach der Geburt entstehe, scheint LENZI ein wenig zu gewagt./ (LENZI *00*).

/In der Lunge ist das elastische Gewebe bereits beim 18 cm langen Fötus merklich entwickelt, doch kommen selbst bei dem Neugeborenen in der Peripherie der Alveolen nur schwach gefärbte elastische Fasern vor, welche auch hier noch nicht die ganze Peripherie umschließen; erst bei dem 7jährigen Kinde erscheint das elastische Gewebe gut ausgebildet. — Das bei dem Fötus kubische Lungenepithel, welches nach dem Eintritt des Atmungsprozesses in ein Plattenepithel übergeht, kann indessen auch in letzterem Falle noch die Gestalt eines kubischen Epithels beibehalten; denn in denjenigen Alveolen, welche (bei der Respiration) nicht vollständig ausgedehnt wurden, kann das sie bekleidende Epithel während der ersten Lebenstage (9 Tage) seine bisherige kubische Form behalten./ (GEDHOFT *00*, nach d. Ref. von Geberg in Schwalbes Jahresber.)

/BONHEIM faßt die Ergebnisse seiner Untersuchungen über die Entwicklung der elastischen Fasern in der Lunge der menschlichen Föten

folgendermaßen zusammen: 1. Die Entwicklung des elastischen Gewebes in der fötalen Lunge beginnt mit dem dritten Monat und ist vollendet mit der Geburt. 2. Das elastische Gewebe tritt in der Lunge in folgender Reihenfolge auf: Gefäße, Knorpel und große Bronchien, mittelgroße Bronchien, Pleura, kleine Bronchien und Alveolen. 3. Als Vorstufen der elastischen Fasern sind scharf konturierte, nicht nach WEIGERT tinktionsfähige Bindegewebsfibrillen aufzufassen. 4. Man kann aus der Anordnung und Stärke der elastischen Elemente in der Lunge bestimmte Rückschlüsse auf das Alter des betreffenden Fötus machen. / (BONHEIM *02*.)

/ TEUFFEL hat die Entwicklung der elastischen Fasern in der Lunge des Fötus und des neugeborenen Menschen untersucht. Die elastische Faser nimmt ihren Ursprung vom Protoplasma der embryonalen Zelle (Schweinsembryo). Eine Beteiligung des Kerns läßt sich nicht nachweisen. Dagegen ist die Möglichkeit, daß die fertige fibrilläre Substanz Elastin mit produziert, nicht von der Hand zu weisen. Die einzelne elastische Faser bildet sich durch Zusammenschluß körnig ausgeschiedener elastischer Substanz. Das Wachstum der Fasern erfolgt durch Apposition. Die Entwicklung der elastischen Fasern in der Lunge geht stufenweise vor sich. Sie beginnt beim menschlichen Embryo im 3. Schwangerschaftsmonat an den Gefäßen (LINSER). Im weiteren Verlaufe treten sie in zeitlicher Reihenfolge geordnet an Bronchien, Pleura, Alveolen, interalveolärem Gewebe, Knorpel auf. Dies ist im 7. Monat erreicht, die volle fötale Entwicklung aber erst vom Ende des 10. Monats an. Gewisse Zellgruppierungen scheinen nicht ohne Einfluß auf die Bildung und Anordnung der Fasern. Die extrauterine Entwicklung ist eine ungleich stärkere und raschere als die intrauterine. Als fördernde Momente wirken hier die Atmung und der unter erhöhtem Druck sich vollziehende Kreislauf des Blutes. Auch bei vorzeitig geborenen lebensfähigen Kindern setzt eine raschere Entwicklung ein, deren Tempo aber dem bei reifen Früchten nicht ganz entspricht. / (TEUFFEL *02*).

/ OTTOLENGHI verglich die fötale Lunge mit derjenigen des Neugeborenen unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltens der elastischen Fasern. Beim Neugeborenen, welcher geatmet hat, fällt die fast verdoppelte Größe (gegenüber der fötalen Lunge) der alveolären Gänge und Mündungen und ihre größere Regelmäßigkeit auf (größte Ausdehnung: Alveolargänge 450 μ lang, 150 μ breit; Alveolen 180 μ lang und 170 μ breit, fast rund). In Lungen, welche geatmet haben, färben sich die elastischen Fasern nach der WEIGERTschen Methode intensiver als zuvor, was OTTOLENGHI der in den elastischen Fasern durch die Atmung hervorgerufenen Veränderung zuschreibt. Im unreifen Fötus erzeugt die Atmung dieselben Modifikationen wie im reifen. Aus den Untersuchungen OTTOLENGHIS über die elastischen Fasern in der fötalen Lunge und in derjenigen Neugeborener geht die Wichtigkeit des mikroskopischen Befundes bezüglich der Erkennung der stattgehabten Atmung in gerichtsärztlichen Fragen hervor, und der praktische Nutzen dieser Untersuchungen erscheint einleuchtend. In den beiden Abbildungen, welche OTTOLENGHI gibt (die Unterschrift der beiden Figuren ist in der Arbeit verwechselt), läßt sich deutlich der Unterschied zwischen atelektatischer Lunge und der Lunge, welche geatmet hat, erkennen. / (OTTOLENGHI *03*.)

Tiertabelle.

a) Alphabetisch geordnetes Tierverzeichnis.

Das Verzeichnis erläutert die Stellung der im Text vorkommenden Tiernamen im zoologischen System. Die im Text figurierenden deutschen Tiernamen können im Sachregister nachgeschlagen werden.

Abkürzungen: **P.** = Pisces; **D.** = Dipnoi; **Amph.** = Amphibia; **Rep.** = Reptilia; **Av.** = Aves; **M.** = Mammalia.

Abdimia, Pelargi, Herodii, Grallatores, Av.
Abramis brama, Cyprinidae, Physostomi, Teleostei, P.
Acanthias, Spinacidae, Squalides, Selachier, P.
Acanthopsis, Acanthopsidae, Physostomi, Teleostei, P.
Accipiter nisus, Accipitridae, Raptatores, Av.
Acerina cernua, Percidae, Acanthopteri, Teleostei, P.
Acipenser huso, Acipenseridae, Chondrostei, Ganoiden, P.
„ Nacarii „ „ „ „
„ nasus „ „ „ „
„ ruthenus „ „ „ „
„ sturio „ „ „ „
Aegotheles, Caprimulgidae, Fissirostres, Passeres, Av.
Aeneides lugubris, Salamandrina, Urodela, Amph.
Aepyprymnus rufescens, Halmaturidae, Poëphaga, Marsupialia, M.
Ageniosus, Physostomi, Teleostei, P.
Alausa, Clupeidae, Physostomi, Teleostei, P.
Alcedo ispida, Halcyonidae, Levirostres, Passeres, Av.
Alligator mississippiensis, Alligatoridae, Krokodile, Rep.
„ sclerops „ „ „
Alosa, Clupeidae, Physostomi, Teleostei, P.
Alytes obstetricans, Pelobatidae, Oxydactylia, Anura, Amph.
Amblystoma mexicanum, Menobranchidae, Perennibranchiata, Urodela, Amph.
„ microstomum „ „ „ „
„ opacum „ „ „ „
„ punctatum „ „ „ „
„ tigrinum „ „ „ „
Amia calva, Amiadae, Amiades, Ganoiden, P.
Amiurus catus, Siluridae, Physostomi, Teleostei, P.
Ammocoetes branchialis (Larve), Petromyzontidae, Cyclostomata, P.
Amphioxus lanceolatus, Leptocardier, Acrania.
Amphipnous cuchia, Symbranchidae, Physostomi, Teleostei, P.
Amphisbaena, Amphisbaenidae, Annulata, Sauria, Rep.
Anabas, Labyrinthici, Acanthopteri, Teleostei, P.
Anaides lugubris, Salamandrina, Urodela, Amph.
Anas boschas, Anseres, Lamellirostres, Natatores, Av.
Anguilla anguilla, Muraenidae, Physostomi, Teleostei, P.
„ fluviatilis „ „ „ „
Anguis fragilis, Scincoideae, Brevilinguia, Kionokrane Saurier, Rep.
Aptenodytes demersa, Colymbidae, Pygopodes, Natatores, Av.
Apteryx, Apterygidae, Apterygii, Av.

Atherina Boyeri, Mugilidae, Acanthopteri, Teleostei, P.
Atherura africana, Hystricidae, Rodentia, M.
Auchenia glama, Tylopoda, Selenodonta, Artiodactyla, M.
Auchenipterus, Siluridae, Physostomi, P.
Aulopyge, Cyprinidae, Physostomi, Teleostei, P.

Bagrus filamentosus, Siluridae, Physostomi, Teleostei, P.
Balaena mysticetus, Balaenidae, Mysticeten, Cetaceen, M.
„ rostrata „ „ „ „
Balaenoptera rostrata „ „ „ „
Balaeniceps, Ardeidae, Herodii, Grallatores, Av.
Balistes capriscus, Balistidae, Plectognathi, Teleostei, P.
Barbus, Cyprinidae, Physostomi, Teleostei, P.
Batrachoseps attenuatus, Salamandrina, Urodela, Amph.
Batrachostomus, Caprimulgidae, Fissirostres, Passeres, Av.
Bdellostoma, Myxinoidae, Cyclostomi, P.
Belone acus, Scomberesocidae, Anacanthini, Teleostei, P.
Betta pugnax, Clupeidae, Physostomi, Teleostei, P.
Bison americanus, Bovinae, Cavicornia, Selenodonta, Artiodactyla, M.
Boa constrictor, Pythonidae, Colubriformia, Ophidia, Rep.
Bombinator bombinus, Pelobatidae Oxydactylia, Anura, Amph.
„ igneus „ „ „ „
Bos taurus, Bovinae, Cavicornia, Selenodonta, Artiodactyla, M.
Bradypus tridactylus, Bradypodidae, Edentata, M.
Breviceps, Bufonidae, Oxydactylia, Anura, Amph.
Buceros erythrorhynchus, Buceridae, Levirostres, Passeres, Av.
Bufo agua, Bufonidae, Oxydactylia, Anura, Amph.
„ calamita „ „ „ „
„ cinereus „ „ „ „
„ Lazarus „ „ „ „
„ lentiginosus „ „ „ „
„ maculiventris „ „ „ „
„ palmarum „ „ „ „
„ pantherinus „ „ „ „
„ strumosus „ „ „ „
„ variabilis „ „ „ „
Buteo vulgaris, Accipitridae, Raptatores, Av.

Caccabis rufa, Tetraonidae, Tetraonomorphae. Gallinacei, Av.
„ saxatilis „ „ „ „
Caecilia siehe Coecilia.
Calamoichthys, Polypteridae, Crossopterygii, Ganoiden, P.
Callichthys, Siluridae, Physostomi, Teleostei, P.
Calotes, Iguanidae, Crassilinguia, Kionokrane Saurier, Rep.
Calyptocephalus gayi, Anura, Amph.
Canis familiaris, Canidae, Carnivora, M.
„ vulpes „ „ „
Caprimulgus, Caprimulgidae, Fissirostres, Passeres, Av.
Carcharias glaucus, Carchariidae, Squalides, Selachier, P.
Cardinalis virginianus, Fringillidae, Conirostres, Passeres, Av.
Castor, Castoridae, Rodentia, M.
Casuarius galeatus, Casuaridae, Struthiomorphi, Av.
„ uniappendiculatus „ „ „
Cavia cobaya, Subungulata, Rodentia, M.
Cebus capucinus, Cebidae, Platyrrhini, Primates, M.
„ niger „ „ „ „
Cepola rubescens, Taenionidae, Acanthopteri, Teleostei, P.
Ceratodus Forsteri, Ceratodidae, Monopneumona, D.
Ceratophrys americana, Ranidae. Oxydactylia, Anura, Amph.
Cercopithecus, Cercopithecidae, Primates, M.
Cervus tarandus, Cervidae, Selenodonta, Artiodactyla, M.
Chalcinus, Physostomi, Teleostei, P.
Chamaeleon carinatus, Chamaeleonidae, Vermilinguia, Saurier, Rep.
„ monachus „ „ „ „
„ vulgaris „ „ „ „
Chanos, Clupeidae, Physostomi, Teleostei, P.

Chauna chavaria, Allectoridae, Brevirostres, Grallatores, Av.
„ derbiana „ „ „ „
Chelemys, Chelydae, Chelonia, Rep.
Chelodina, Chelydae, Chelonia, Rep.
Chelonia, Cheloniadae, Chelonia, Rep.
Chioglossa lusitanica, Salamandrina, Urodela, Amph.
Chiroleptes albiguttatus, Ranidae, Oxydactylia, Anura, Amph.
„ australis „ „ „ „
Chiromys madagascarensis, Chiromyidae, Prosimiae, M.
Chlamydoselachus, Notidanidae, Squalides, Selachier, P.
Chondrostoma nasus, Cyprinidae, Physostomi, Teleostei, P.
Chondrotus tenebrosus, Salamandridae, Urodela, Amph.
Chordeiles, Caprimulgidae, Fissirostres, Passeres, Av.
Ciconia alba, Pelargi, Herodii, Grallatores, Av.
Cistudo europaea, Emydae, Chelonia, Rep.
Citharinus, Characinidae, Physostomi, Teleostei, P.
Clarias, Siluridae „ „ „
Clupea alosa, Clupeidae, Physostomi, Teleostei, P.
„ finta „ „ „ „
„ harengus „ „ „ „
„ pilchardus „ „ „ „
„ sprattus „ „ „ „
Cobitis fossilis, Acanthopsidae, Physostomi, Teleostei, P.
„ taenia „ „ „ „
Coecilia hypocyanea, Coeciliidae, Gymnophiona, Amph.
Cogia, Cetacea, M.
Coius cobojus, ein Gangesfisch, P.
Colisa siehe Trichopodus colisa.
Coluber natrix, Colubridae, Colubriformia, Ophidia, Rep.
Columba domestica, Columbidae, Columbinae, Av.
„ livia „ „ „
Colymbus glacialis, Colymbidae, Pygopodes, Natatores, Av.
Conger, Muraenidae, Physostomi, Teleostei, P.
Coregonus albula, Salmonidae, Physostomi, Teleostei, P.
„ fera „ „ „ „
„ palaea „ „ „ „
Coronella laevis, Colubridae, Colubriformia, Ophidia, Rep.
Corvina nigra, Sciaenidae, Acanthopteri, Teleostei, P.
Corvus, Corvidae, Dentirostres, Passeres, Av.
Cottus, Triglidae, Acanthopteri, Teleostei, P.
Coturnix communis, Tetraonidae, Gallinacei, Av.
Crenilabrus, Labridae, Acanthopteri, Teleostei, P.
Crex pratensis, Rallidae, Brevirostres, Grallatores, Av.
Crocodilus americanus, Crocodilidae, Krokodile, Rep.
„ lucius, Crocodilina, Rep.
Crotalus, Crotalidae, Solenoglypha, Ophidia, Rep.
Cryptobranchus japonicus, Menopomidae, Derotrema, Urodela, Amph.
Cryptoprocta ferox, Viverridae, Carnivora, M.
Cuchia, Symbranchidae, Physostomi, Teleostei, P.
Cuscus, Phalangistidae, Carpophaga, Marsupialia, Aplacentalia, M.
Cyclopterus, Gobiidae, Acanthopteri, Teleostei, P.
Cygnus olor, Anseres, Lamellirostres, Natatores, Av.
Cynocephalus Babuin, Cynocephalidae, Catarrhini, Primates, M.
Cyprinodon calaritanus, Cyprinodontidae, Physostomi, Teleostei, P.
Cyprinus auratus, Cyprinidae, Physostomi, Teleostei, P.
„ Blicca „ „ „ „
„ brama „ „ „ „
„ carpio „ „ „ „
Cystignathus, Ranidae, Oxydactylia, Anura, Amph.

Dactylethra, Dactylethridae, Aglossa, Anura, Amph.
Dactylopterus volitans, Triglidae, Acanthopteri, Teleostei, P.
Dasyprocta, Subungulata, Rodentia, M.
Dasypus setosus, Dasypodidae, Cingulata, Edentaten, M.
„ villosus „ „ „ „
Dasyurus hallucatus, Dasyuridae, Marsupialia, Aplacentalia, M.

Delphinus delphis, Delphinidae, Denticeten, Cetaceen, M.
„ phocaena „ „ „ „
Dentex vulgaris, Pristipomatidae, Acanthopteri, Teleostei, P.
Desmognathus auriculatus, Salamandrina, Urodela, Amph.
Desmognathus brimleyorum, Salamandrina, Urodela, Amph.
„ fusca „ „ „
„ nigra „ „ „
„ ochrophaea „ „ „
Dicotyles torquatus, Suidae, Bunodonta, Artiodactyla, M.
Didelphys virginiana, Didelphyidae, Marsupialia, Aplacentalia, M.
Diodon, Tetrodontidae, Pectognathi, Teleostei, P.
Discoglossus, Ranidae, Oxydactylia, Anura, Amph.
Doras, Siluridae, Physostomi, Teleostei, P.
Dromaeus, Casuaridae, Struthiomorphi, Av.

Echidna aculeata, Monotremata, Aplacentalia, M.
„ setosa „ „ „
Elephas africanus, Elephantidae, Proboscidea, M.
„ indicus „ „ „
Emys caspica, Emydae, Chelonia, Rep.
„ europaea „ „ „
„ lutaria „ „ „
Engraulis encrasicholus, Clupeidae, Physostomi, Teleostei, P.
Engystoma, Bufonidae, Oxydactylia, Anura, Amph.
Enhydra (Enhydris), Mustelidae, Carnivora, M.
Epicrium glutinosum, Coeciliidae, Gymnophiona, Amph.
Equus caballus, Equidae, Perissodactyla, M.
Erinaceus europaeus, Erinaceidae, Insectivora, M.
Erythrinus salvus, Characinidae, Physostomi, Teleostei, P.
„ taeniatus „ „ „ „
Esox lucius, Esocidae, Physostomi, Teleostei, P.
Euanemes, Siluridae, Physostomi, Teleostei, P.
Eucnemis, Anura, Amph.

Falco buteo, Accipitridae, Raptatores, Av.
„ peregrinus „ „ „
Felis domestica, Felidae, Carnivora, M.
Fierasfer, Ophidiidae, Anacanthini, Teleostei, P.
Fringilla domestica, Fringillidae, Conirostres, Passeres, Av.
Fulica atra, Rallidae, Brevirostres, Grallatores, Av.

Gadus aeglefinus, Gadidae, Anacanthini, Teleostei, P.
„ callarias „ „ „ „
„ jubatus „ „ „ „
„ lota „ „ „ „
„ morrhua „ „ „ „
Galeopithecus, Galeopithecidae, Prosimiae, M.
Galeus, Galeidae, Squalides, Selachier, P.
Gallinago scolopacina, Scolopacidae, Longirostres, Grallatores, Av.
Gallinula chloropus, Rallidae, Brevirostres, Grallatores, Av.
Gallus domesticus, Phasianidae, Gallinacei, Av.
Gasterosteus aculeatus, Percidae, Acanthopteri, Teleostei, P.
Gobius capito, Gobiidae, Acanthopteri, Teleostei, P.
„ fluviatilis „ „ „ „
„ niger „ „ „ „
„ ophiocephalus „ „ „ „
Gonostoma denudatum, Scopelidae, Physostomi, Teleostei, P.
Gorilla, Anthropomorphae, Primates, M.
Grampus, Delphinidae, Denticeten, Cetaceen, M.
Grus, Pelargi, Herodii, Grallatores, Av.
Gyrinophilus, Salamandridae, Urodela, Amph.

Halichoerus grypus, Phocidae, Pinnipedia, M.
Halmaturus Billardierii, Halmaturidae, Marsupialia, Aplacentalia, M.
„ giganteus „ „ „ „
„ Thetidis „ „ „ „
Hapale Jacchus, Hapalidae, Arctopitheci, Primates, M.

Hatteria punctata, Hatteridae, Rhynchocephala, Saurii, M.
Heleioporus albupunctatus, Anura, Amph.
Heloderma suspectum, Lacertidae, Fissilinguia, Kionokrane Saurier, Rep.
Hemiramphus, Scomberesocidae, Anacanthini, Teleostei, P.
Heptanchus, Notidanidae, Squalides, Selachier, P.
Heterobranchus anguillaris, Siluridae, Physostomi, Teleostei, P.
Hexanchus, Notidanidae, Squalides, Selachier, P.
Hippocampus, Syngnathidae, Lophobranchii, Teleostei, P.
Hyaemoschus aquaticus, Tragulidae, Selenodonta, Artiodactyla, M.
Hyaena crocuta, Hyaenidae, Carnivora, M.
„ striata „ „ „
Hyla adelaidensis, Hylidae, Discodactylia, Anura, Amph.
„ arborea „ „ „ „
„ coerulea „ „ „ „
„ dolichopsis „ „ „ „
„ lichenata „ „ „ „
„ pickeringii „ „ „ „
„ rubra „ „ „ „
„ versicolor „ „ „ „
Hylodes martinicensis, Polypedatidae, Discodactylia, Anura, Amph.
Hymenochirus Boettgeri, Aglossa, Anura, Amph.
Hypostomos, Siluridae, Physostomi, Teleostei, P.
Hyrax capensis, Lamnungia, M.
Hystrix cristata, Hystricidae, Rodentia, M.

Ichthyophis glutinosus, Coeciliadae, Gymnophiona, Amph.
Iguana tuberculata, Iguanidae, Crassilinguia, Kionokrane Saurier, Rep.
Inuus nemestrinus, Cercopithecidae, Primates, M.

Julis vulgaris, Labridae, Acanthopteri, Teleostei, P.

Kryptobranchus siehe Cryptobranchus.

Labrus merula, Labridae, Acanthopteri, Teleostei, P.
Lacerta agilis, Lacertidae, Fissilinguia, Kionokrane Saurier, Rep.
„ muralis „ „ „ „ „
„ viridis „ „ „ „ „
„ vivipara „ „ „ „ „
Lamna, Lamnidae, Squalides, Selachier, P.
Lemur mongoz, Lemuridae, Prosimiae, M.
„ varius „ „ „
Lepadogaster biciliatus, Discoboli, Acanthopteri, Teleostei, P.
Lepidosiren annectens, Lepidosirenidae, Dipneumona, D.
„ articulata „ „ „
„ paradoxa „ „ „
Lepidosteus osseus, Lepidosteidae, Euganoiden, Ganoiden, P.
„ spatula „ „ „ „
Leptodactylus pentadactylus, Anura, Amph.
Lepus cuniculus, Leporidae, Rodentia, M.
„ timidus „ „ „
Leuciscus dobula, Cyprinidae, Physostomi, Teleostei, P.
„ rutilus „ „ „ „
Leucognathus marmorata, Salamandrina, Urodela, Amph.
Limosa melanura, Scolopacidae, Longirostres, Grallatores, Av.
Lophius piscatorius, Pediculati, Acanthopteri, Teleostei, P.
Lota vulgaris, Gadidae, Anacanthini, Teleostei, P.
Lucioperca sandra, Percidae, Acanthopteri, Teleostei, P.
Lutodeira chanos, Clupeidae, Physostomi, Teleostei, P.
Lutra, Mustelidae, Carnivora, M.

Macacus, Cercopithecidae, Primates, M.
Macropodus venustus, Labyrinthici, Acanthopteri, Teleostei, P.
Macropus Benettii, Halmaturidae, Marsupialia, Aplacentalia, M.
„ giganteus „ „ „ „
„ penicillatus „ „ „ „
„ robustus „ „ „ „
„ rufus „ „ „ „

Malapterurus, Siluridae, Physostomi, Teleostei, P.
Manatus australis, Sirenia, Sirenia, M.
Manculus quadridigitatus, Salamandrina, Urodela, Amph.
Manis javanica, Manidae, Edentaten, M.
Megaptera boops, Balaenidae, Mysticeten, Cetaceen, M.
Meleagris gallopavo, Penelopidae, Gallinacei, Av.
Meles taxus, Mustelidae, Carnivora, M.
Menobranchus lateralis, Menobranchidae, Perennibranchiata, Urodela, Amph.
Menopoma alleghaniense, Menopomidae, Derotrema, Urodela, Amph.
Mergus, Anseres, Lamellirostres, Natatores, Av.
Merlucius vulgaris, Gadidae, Anacanthini, Teleostei, P.
Miniopterus Schreibersii, Vespertilionidae, Gymnorhina, Chiroptera, M.
Misgurnus fossilis, Acanthopsidae, Physostomi, Teleostei, P.
Molge alpestris, Tritonidae, Salamandrina, Urodela, Amph.
„ cristata „ „ „ „
„ Poireti „ „ „ „
„ pyrrhogastra „ „ „ „
„ Rusconii „ „ „ „
„ vittata „ „ „ „
„ vulgaris „ „ „ „
Molva vulgaris, Gadidae, Anacanthini, Teleostei, P.
Monacanthus trossulus, Balistidae, Sclerodermi, Plectognathi, Teleostei, P.
Monitor, Monitoridae, Fissilinguia, Kionokrane Saurier, Rep.
Monodon, Monodontidae, Denticeten, Cetaceen, M.
Mormyrus, Mormyridae, Physostomi, Teleostei, P.
Motella mediterranea, Gadidae, Anacanthini, Teleostei, P.
Muraena anguilla, Muraenidae, Physostomi, Teleostei, P.
„ fluviatilis „ „ „ „
Mus decumanus, Muridae, Rodentia, M.
„ musculus „ „ „
„ sylvaticus „ „ „
Mustela vulgaris, Mustelidae, Carnivora, M.
Mustelus laevis, Galeidae, Squalides, Selachier, M.
Mycetes Belzebub, Cebidae, Primates, M.
Myletes, Characinidae, Physostomi, Teleostei, P.
Myoxus glis, Myoxidae, Rodentia, M.
Myrmecophaga didactyla, Myrmecophagidae, Edentaten, M.
„ jubata „ „ „

Necturus maculatus, Menobranchidae, Perennibranchiata, Urodela, Amph.
Nemachilus barbatalus, Acanthopsidae, Physostomi, Teleostei, P.
Noctilio, Taphozoidae, Gymnorhina, Chiroptera, M.
Nothocorax urumutum siehe Nothocrax.
Nothocrax urumutum, Penelopidae, Gallinacei, Av.
Notodelphys ovifera, Hylidae, Discodactylia, Anura, Amph.
Notopterus borneensis, Clupeidae, Physostomi, Teleostei, P.
Nototrema oviferum, Hylidae, Discodactylia, Anura, Amph.
Nycteris, Megadermidae, Phyllorhina, Chiroptera, M.
Nyctidromus, Caprimulgidae, Fissirostres, Passeres, Av.

Ochrophaea, Salamandridae, Urodela, Amph.
Ophicephalus punctatus siehe Ophiocephalus punctatus.
Ophidium barbatum, Ophidiidae, Anacanthini, Teleostei, P.
„ imberbe „ „ „ „
Ophiocephalus gachua, Ophiocephalidae, Channiformes, Acanthopteri, Teleostei, P.
„ marulius „ „ „ „ „
„ punctatus „ „ „ „ „
Ophiophagus bungarus, Elapidae, Proteroglypha, Ophidia, Rep.
Ophisaurus, Ptychopleurae, Brevilinguia, Kionokrane Saurier, Rep.
Opisthocomus cristatus, Penelopidae, Gallinacei, Av.
Ornithorhynchus anatinus, Monotremata, Aplacentalia, M.
Orycteropus capensis, Orycteropodidae, Edentaten, M.
Osmerus, Salmonidae, Physostomi, Teleostei, P.
Osphromenus olfax, Labyrinthici, Acanthopteri, Teleostei, P.
„ trichopterus „ „ „ „
Ossifraga gigantea, Procellaridae, Tubinares, Natatores, Av.

Otolicnus, Lemuridae, Prosimiae, M.
Ovis aries, Ovinae, Cavicornia, Selenodonta, Artiodactyla, M.

Passer domesticus, Fringillidae, Conirostres, Passeres, Av.
„ Italiae „ „ „ „
Pecari, Suidae, Bunodonta, Artiodactyla, M.
Pelecanus crispus, Steganopodes, Natatores, Av.
Pelobates fuscus, Pelobatidae, Oxydactylia, Anura, Amph.
Pelonectes, Salamandridae, Urodela, Amph.
Perameles obesula, Peramelidae, Marsupialia, Aplacentalia, M.
Perca fluviatilis, Percidae, Acanthopteri, Teleostei, M.
Petaurus breviceps, Phalangistidae, Carpophaga, Marsupialia, M.
Petromyzon fluviatilis, Petromyzontidae, Cyclostomen, P.
„ marinus „ „ „
„ Planeri „ „ „
Phalangista fuliginosa, Phalangistidae, Marsupialia, Aplacentalia, M.
„ vulpina „ „ „ „
Phascolarctus cinereus, Phascolarctidae, Marsupialia, Aplacentalia, M.
Phascolomys, Phascolomyidae, Marsupialia, Aplacentalia, M.
Phoca vitulina, Phocidae, Pinnipedia, M.
Phocaena communis, Delphinidae, Denticeten, Cetaceen, M.
Phyllodactylus europaeus, Ascalobotae. Crassilinguia, Kionokrane Saurier, Rep.
Phyllomedusa bicolor, Hylidae, Discodactylia. Anura, Amph.
Phyllorhina, Rhinolophidae, Phyllorhina, Chiroptera, M.
Picus viridis, Picidae, Scansores, Av.
Pimelodus, Siluridae, Physostomi, Teleostei, P.
Pipa africana, Pipidae, Aglossa, Anura, Amph.
„ americana „ „ „ „
Pithecus, Anthropomorphae, Primates, M.
Platalea leucorodia, Ardeidae, Herodii, Grallatores, Av.
Platydactylus muralis, Ascalabotae, Crassilinguia, Kionokrane Saurier, Rep.
Platystoma fasciatum, Siluridae, Physostomi, Teleostei, P.
Plecotus auritus, Vespertilionidae, Chiroptera, M.
Plethodon cinereus, Salamandrina, Urodela, Amph.
„ erythronota „ „ „
„ glutinosus „ „ „
Pleuracanthus, Elasmobranchii, P.
Podargus, Coracidae. Levirostres, Passeres, Av.
Podiceps, Colymbidae, Pygopodes, Natatores, Av.
Pogonias chromis, Sciaenidae, Acanthopteri, Teleostei, P.
Polyacanthus, Labyrinthici, Acanthopteri, Teleostei, P.
Polychrus marmoratus, Iguanidae, Crassilinguia, Saurier, Rep.
Polypterus bichir, Polypteridae, Crossopterygii, Ganoiden P.
„ Lapradei „ „ „ „
Pristiurus, Scylliidae, Squalides, Selachier, P.
Procellaria glacialis, Procellaridae, Tubinares, Natatores, Av.
Prochilodus, Physostomi, Teleostei, P.
Proteus anguineus, Proteidae, Perennibranchiata, Urodela, Amph.
Protopterus annectens, Lepidosirenidae, Dipneumona, D.
Psammodromus, Lacertidae, Fissilinguia, Kionokrane Saurier, Rep.
Psendis merianae siehe Pseudis.
Pseudaroides, Physostomi, Teleostei, P.
Pseudes siehe Pseudis.
Pseudis, Pelobatidae, Oxydactylia, Anura, Amph.
Pseudobranchus striatus, Sirenidae, Perennibranchiata, Urodela, Amph.
Pseudopus apus, Ptychopleurae, Brevilinguia, Kionokrane Saurier, Rep.
Pteromys volans, Sciuridae, Rodentia, M.
Pygocentrus, Physostomi, Teleostei, P.
Pyrrhula canaria, Fringillidae, Conirostres, Passeres, Av.
Python bivittatus, Pythonidae, Colubriformia, Ophidia, Rep.
„ reticulatus „ „ „ „

Raja, Rajidae, Rajides, Selachier, P.
Rana agilis, Ranidae, Oxydactylia, Anura, Amph.
„ catesbiana „ „ „ „
„ esculenta „ „ „ „
„ fusca „ „ „ „

Rana pipiens, Ranidae, Oxydactylia, Anura, Amph.
„ silvatica „ „ „ „
„ temporaria „ „ „ „
„ virescens „ „ „ „
Ranidens sibiricus, Salamandrina, Urodela, Amph.
Rhea, Rheidae, Struthiomorphi, Av.
Rhinocryptis (Protopterus), Lepidosirenidae, Dipneumona, D.
Rhinodon typicus, Rhinodontidae, Squalides, Selachier, P.
Rhinolophus hippocrepis, Rhinolophidae, Chiroptera, M.
„ hipposideros „ „ „
Rhinopoma, Megadermidae, Chiroptera, M.
Rhodeus, Cyprinoiden, Physostomi, Teleostei, P.
Rhynchaea capensis, Rallidae, Grallatores, Av.

Saccobranchus singio, Siluridae, Physostomi, Teleostei, P.
Salamandra atra, Salamandridae, Salamandrina, Urodela, Amph.
„ maculata „ „ „ „
Salamandrella Keyserlingii „ „ „ „
Salamandrina perspicillata „ „ „ „
Salmo fario, Salmonidae, Physostomi, Teleostei, P.
„ hucho „ „ „ „
„ salar „ „ „ „
„ salvelinus „ „ „ „
„ trutta „ „ „ „
Sargus annularis, Sparidae, Acanthopteri, Teleostei, P.
Sciaena aquila, Sciaenidae, Acanthopteri, Teleostei, P.
Scincus, Scincoideae, Brevilinguia, Kionokrane Saurier, Rep.
Sciurus vulgaris, Sciuridae, Rodentia, M.
Scolopax gallinula, Scolopacidae, Longirostres, Grallatores, Av.
Scopelus Benoiti, Scopelidae, Physostomi, Teleostei, P.
Scorpaena porcus, Triglidae, Acanthopteri, Teleostei, P.
Scyllium canicula, Scylliidae, Squalides, Selachier, P.
„ catulus „ „ „ „
Selache maxima, Lamnidae, Squalides, Selachier, P.
Serranus scriba, Percidae, Acanthopteri, Teleostei, P.
Silurus fossilis, Siluridae, Physostomi, Teleostei, P.
„ glanis „ „ „ „
„ singio „ „ „ „
Simia satyrus, Anthropomorphae, Catarrhini, Primates, M.
Siphonostoma typhle, Syngnathinae, Lophobranchii, Teleostei, P.
Siredon pisciformis, Menobranchidae, Perennibranchiata, Urodela, Amph.
Siren lacertina, Sirenidae, Perennibranchiata, Urodela, Amph.
Smaris vulgaris, Pristipomatidae, Acanthopteri, Teleostei, P.
Spelerpes bilineatus, Salamandridae, Urodela, Amph.
„ fuscus „ „ „
„ guttolineatus „ „ „
„ longicauda „ „ „
„ porphyriticus „ „ „
„ ruber „ „ „
„ variegatus „ „ „
Spermophilus citillus, Sciuridae, Rodentia, M.
Sphargis, Cheloniadae, Chelonia, Rep.
Spheniscus demersa, Impennes, Natatores, Av.
„ Humboldtii „ „ „
Sphenodon, Hatteridae, Rhynchocephala, Saurii, Rep.
Spinax, Spinacidae, Squalides, Selachier, P.
Spirobranchus, Labyrinthici, Acanthopteri, Teleostei, P.
Squalus ciliaris, Spinacidae, Squalides, Selachier, P.
Squatina, Squatinidae, Squalides, Selachier, P.
Stellio vulgaris, Humivagae, Crassilinguia, Kionokrane Saurier, Rep.
Stenops gracilis, Lemuridae, Prosimiae, M.
„ tardigradus „ „ „
Sterna, Laridae, Longipennes, Natatores, Av.
Strix flammea, Strigidae, Raptatores, Av.
Struthio camelus, Struthionidae, Struthiomorphi, Av.
Sus domestica, Suidae, Bunodonta, Artiodactyla, M.

Sus scropha, Suidae, Bunodonta, Artiodactyla, M.
Symbranchus cuchia, Symbranchidae, Physostomi, Teleostei, P.
Syngnathus, Syngnathidae, Lophobranchii, Teleostei, P.
Synodontis, Siluridae, Physostomi, Teleostei, P.
Synotus, Vespertilionidae, Gymnorhina, Chiroptera, M.

Talpa europaea, Talpidae, Insectivora, M.
Taxidea americana, Mustelidae, Carnivora, M.
Testudo graeca, Chersites, Chelonia, Rep.
„ tabulata „ „ „
Tetraodon siehe Tetrodon.
Tetrodon, Tetrodontidae, Plectognathi, Teleostei, P.
Thalassochelys caretta, Cheloniadae, Chelonia, Rep.
Tinca chrysitis, Cyprinidae, Physostomi, Teleostei, P.
Torpedo marmorata, Torpedidae, Rajides, Selachier, P.
Trachinus draco, Triglidae, Acanthopteri, Teleostei, P.
Triacanthus, Triacanthidae, Sclerodermi, Plectognathi, Teleostei, P.
Trichogaster, Labyrinthici, Acanthopteri, Teleostei, P.
Trichopodus colisa, ein Gangesfisch, P.
Trichosurus vulpecula, Phalangistidae, Marsupialia, Aplacentalia, M.
Trigla gunardus, Triglidae, Acanthopteri, Teleostei, P.
„ hirundo „ „ „ „
„ pini „ „ „ „
Trigonocephalus, Crotalidae, Solenoglypha, Ophidia, Rep.
Trionyx sinensis, Trionycidae, Chelonia, Rep.
Triton alpestris, Tritonidae, Salamandrina, Urodela, Amph.
„ cristatus „ „ „ „
„ palmatus „ „ „ „
„ punctatus „ „ „ „
„ taeniatus „ „ „ „
„ Wurfbainii „ „ „ „
Tropidonotus natrix, Colubridae, Colubriformia, Ophidia, Rep.
Trutta fario, Salmonidae, Physostomi, Teleostei, P.
Trygon, Trygonidae, Rajides, Selachier, P.
Tupinambis bengalensis, Monitoridae, Fissilinguia, Kionokrane Saurier, Rep.
Turdus merula, Turdidae, Dentirostres, Passeres, Av.
Turtur risorius, Columbidae, Columbinae, Av.
Tylotriton, Tritonidae, Salamandrina, Urodela, Amph.

Uranoscopus scaber, Triglidae, Acanthopteri, Teleostei, P.
Uroplates fimbriatus, Kionokrane Saurier, Rep.

Varanus, Monitoridae, Fissilinguia, Kionokrane Saurier, Rep.
Vespertilio murinus, Vespertilionidae, Chiroptera, M.
„ pipistrellus „ „ „
Vesperugo Kuhli „ „ „
„ noctula „ „ „
„ pipistrellus „ „ „
Vipera aspis, Viperidae, Solenoglypha, Ophidia, Rep.

Xenopus, Dactylethridae, Aglossa, Anura, Amph.
Xenorhynchus, Pelargi, Herodii, Grallatores, Av.

Zamenis viridiflavus, Colubridae, Colubriformia, Ophidia, Rep.
Zeus faber, Scomberidae, Acanthopteri, Teleostei, P.
Ziphius, Hyperoodontidae, Denticeten, Cetaceen, M.

b) Systematisch geordnetes Verzeichnis.

Diejenigen Familien, welchen die in der vorangehenden Tabelle aufgezählten Tiere angehören, sind hier zu größeren Gruppen zusammengefaßt, um so die rasche Orientierung über das im Text besprochene Tiermaterial zu erleichtern.

I. Acrania.

Leptocardier.

Amphioxus lanceolatus.

II. Craniota.

A. Anamnia.

Pisces.

Cyclostomata (Saug- und Rundmäuler, Monorhina [opp. Amphirhina]).

Fam.: Myxinoidae (Inger); Petromyzontidae (Neunaugen).

Selachii (Elasmobranchii, Chondropterygii).

Holocephali: Chimären; Plagiostomi (Selachii): Squalides und Rajides.

Chimaeren (Holocephali).

Fam.: Chimaeridae (Seekatzen).

Squalides (Haifische).

Fam.: Scylliidae (Hundshaie); Lamnidae (Riesenhaie); Rhinodontidae; Carchariidae (Menschenhaie); Galeidae (Glatthaie); Notidanidae (Grauhaie); Spinacidae (Dornhaie); Squatinidae (Meerengel).

Rajides (Rochen).

Fam.: Torpedidae (Zitterrochen); Rajidae (Rochen); Trygonidae (Stechrochen).

Ganoidei.

Chondrostei (Knorpelganoiden).

Fam.: Acipenseridae (Störe).

Crossopterygii (Quastenflosser).

Fam.: Polypteridae (Flösselhechte).

Euganoiden.

Fam.: Lepidosteidae.

Amiades.

Fam.: Amiadae.

Teleostei (Knochenfische).

Lophobranchii.

Fam.: Syngnathidae.

Plectognathi.

Fam.: Balistidae (Hornfische); Triacanthidae; Tetrodontidae.

Physostomi.

Fam.: Muraenidae (Aale); Symbranchidae; Clupeidae (Heringe); Mormyridae; Esocidae (Hechte); Salmonidae (Lachse); Scopelidae; Cyprinidae (Karpfen); Acanthopsidae (Schmerlen); Cyprinodontidae (Zahnkarpfen); Siluridae (Welse); Characinidae.

Anacanthini.

Fam.: Ophidiidae; Gadidae (Schellfische); Scomberesocidae.

Acanthopteri.

Pharyngognathi.

Fam.: Labridae (Lippfische).

Acanthopteri s. str.

Fam.: Percidae (Barsche); Pristipomatidae; Sparidae (Meerbrassen); Triglidae (Panzerwangen); Sciaenidae (Umberfische); Scomberidae (Makrelen); Gobiidae (Meergrundeln); Discoboli; Ophiocephalidae; Taenionidae; Mugilidae; Labyrinthici (Labyrinthfische); Pediculati (Armflosser).

Dipnoi.

Monopneumona.

Fam.: Ceratodidae.

Dipneumona.

Fam.: Lepidosirenidae.

Amphibia.

Urodela (Schwanzlurche, Caudata).

Perennibranchiata.

Fam.: Sirenidae (Armmolche); Proteidae (Olme); Menobranchidae.

Derotrema.

Fam.: Menopomidae.

Salamandrina.

Fam.: Tritonidae (Wassersalamander); Salamandridae (Landsalamander).

Gymnophiona.

Fam.: Coeciliidae.

Anura (ungeschwänzte Batrachier).

Oxydactylia.

Fam.: Ranidae (Wasserfrösche); Pelobatidae (Erdfrösche); Bufonidae (Kröten).

Discodactylia.

Fam.: Hylidae (Laubfrösche); Polypedatidae.

Aglossa.

Fam.: Pipidae; Dactylethridae.

B. Amnioten.

Reptilia.

Saurii (Eidechsen).

Kionocrania.

Crassilinguia.

Fam.: Ascalabotae (Geckonen); Iguanidae (Baumagamen); Humivagae (Erdagamen).

Brevilinguia.

Fam.: Scincoideae (Sandechsen); Ptychopleurae (Seitenfalter).

Fissilinguia.

Fam.: Lacertidae (Eidechsen); Monitoridae (Warneidechsen).

Rhynchocephala.

Fam.: Hatteridae.

Vermilinguia.

Fam.: Chamaeleonidae.

Annulata (Ringelechsen).

Fam.: Amphisbaenidae.

Ophidia, Serpentes (Schlangen).

Colubriformia.

Fam.: Pythonidae (Riesenschlangen); Colubridae (Nattern).

Proteroglypha.

Fam.: Elapidae (Prunknattern).

Solenoglypha.

Fam.: Viperidae (Ottern); Crotalidae (Grubenottern).

Chelonia (Schildkröten).

Fam.: Cheloniadae (Seeschildkröten); Trionycidae (Lippenschildkröten); Chelydae (Lurchschildkröten); Emydae (Süßwasserschildkröten); Chersites (Landschildkröten).

Hydrosauria (Wasserechsen).

Enalosauria.

Crocodilia.

Fam.: Crocodilidae; Alligatoridae.

Aves.

Ratitae: Struthiomorphi und Apterygii; Carinatae: die übrigen Vögel.

Struthiomorphi.

Fam.: Struthionidae (zweizehige Strauße); Rheidae (dreizehige Strauße); Casuaridae (Casuare).

Apterygii.

Fam.: Apterygidae.

Natatores (Schwimmvögel).

Lamellirostres.

Fam.: Anseres.

Longipennes.

Fam.: Laridae (Möven).

Tubinares.

Fam.: Procellaridae (Sturmvögel).

Steganopodes.

Fam.: Steganopodes (Ruderfüßer).

Pygopodes (Steißfüßer).

Fam.: Colymbidae (Taucher).

Impennes.

Fam.: Impennes (Pinguine).

Grallatores (Sumpfvögel, Stelzvögel).

Brevirostres.

Fam.: Rallidae (Wasserhühner); Alectoridae (Hühnerstelzen).

Longirostres.

Fam.: Scolopacidae (Schnepfen).

Herodii.

Fam.: Ardeidae (Reiher); Pelargi (Störche).

Gallinacei, Rasores (Hühnervögel).

Fam.: Penelopidae (Baumhühner); Phasianidae (echte Hühner); Tetraonidae (Feldhühner).

Columbinae (Tauben).

Fam.: Columbidae.

Scansores (Klettervögel).

Fam.: Picidae.

Passeres (Gangvögel).

Levirostres.

Fam.: Buceridae (Nashornvögel); Halcyonidae (Eisvögel); Coracidae (Racken).

Fissirostres.

Fam.: Caprimulgidae (Nachtschwalben).

Dentirostres.

Fam.: Corvidae (Raben); Turdidae (Drosseln).

Conirostres.

Fam.: Fringillidae (Finken).

Raptatores (Raubvögel).

Fam.: Strigidae (Eulen); Accipitridae (Falken).

Mammalia.

a) Aplacentalia.

Monotremata (Ornithodelphia, Kloakentiere).

Fam.: Echidnidae (Ameisenigel); Ornithorhynchidae (Schnabeltiere).

Marsupialia (Beuteltiere, Didelphia).

Pedimana (Handbeutler).

Fam.: Didelphyidae (Beutelratten).

Rapacia (Raubbeutler).

Fam.: Dasyuridae (Beutelmarder); Peramelidae (Beuteldachse).

Carpophaga (Früchtebeutler).

Fam.: Phalangistidae; Phascolarctidae (Beutelbären).

Poëphaga (Springbeutler).

Fam.: Halmaturidae (Känguruhs).

Rhizophaga (Nagebeutler).

Fam.: Phascolomyidae.

b) Placentalia.

Edentata.

Vermilinguia.

Fam.: Myrmecophagidae (Ameisenbären); Manidae (Schuppentiere); Orycteropodidae (Erdferkel).

Cingulata (Gürteltiere).

Fam.: Dasypodidae (Armadille).

Bradypoda (Faultiere).

Fam.: Bradypodidae.

Cetaceen.

Denticeten, Odontoceten (Zahnwale).

Fam.: Delphinidae; Monodontidae; Hyperoodontidae.

Mysticeten, Mystacoceten (Bartenwale).

Fam.: Balaenidae (Bartenwale).

Perissodactyla.

Fam.: Equidae.

Artiodactyla.

Bunodonta.

Fam.: Suidae.

Selenodonta, Ruminantia.

Fam.: Tylopoda (Camelidae, Schwielenfüßer); Tragulidae (Zwergmoschustiere); Cervidae (Hirsche); Cavicorni (Horntiere) [subfam.: Ovinae, Bovinae].

Sirenia (Seekühe).

Fam.: Sirenia (Sirenen).

Proboscidea (Rüsseltiere).

Fam.: Elephantidae.

Lamnungia (Klippschliefer).

Hyrax capensis (Daman).

Rodentia, Glires (Nagetiere).

Fam.: Leporidae (Hasen); Subungulata (Halbhufer); Hystricidae (Stachelschweine); Muridae (Mäuse); Castoridae (Biber); Myoxidae (Schläfer); Sciuridae (Eichhörnchen).

Carnivora, Ferae (Raubtiere).

Fam.: Canidae (Hunde); Viverridae (Zibetkatzen); Mustelidae (marderartige Raubtiere); Hyaenidae (hyänenartige Raubtiere); Felidae (Katzen).

Pinnipedia (Flossenfüßer).

Fam.: Phocidae (Seehunde).

Insectivora (Insektenfresser).

Fam.: Erinaceidae (Igel); Talpidae (Maulwürfe).

Chiroptera (Fledermäuse).

Fam.: Vespertilionidae; Thaphozoidae; Rhinolophidae; Megadermidae (Ziernasen).

Prosimiae (Halbaffen).

Fam.: Lemuridae; Galeopithecidae (Pelzflatterer); Chiromyidae (Fingertiere).

Primates.

Arctopitheci.

Fam.: Hapalidae (Seidenaffen).

Platyrrhini.

Fam.: Pithecidae (Schweif- und Springaffen); Cebidae (Roll- und Greifschwanzaffen).

Catarrhini.

Fam.: Cynocephalidae (Paviane); Cercopithecidae (Meerkatzen); Anthropomorphae.

Homo sapiens.

Literaturverzeichnis*).

Addison, William (*42*), On the ultimate distribution of the air-passages, and the formation of the air-cells of the Lungs. (Communicated by R. B. Todd). Philosoph. trans. of the R. Soc. of London, Part 2, p. 157—163. Mit 1 Taf. 1842.

Adriani, A. (*47*), De subtiliori pulmonum structura. Dissert. anatomica inaug. Trajecti ad Rhenum 1847 [berücksichtigt nach Moleschott (*60*), Kölliker (*50/54*) und Henle (*73*)].

Aeby, Ch. (*80*), Der Bronchialbaum der Säugetiere und des Menschen. Nebst Bemerkungen über den Bronchialbaum der Vögel und Reptilien. 98 p. 8°. Mit 6 lithographischen, 4 Lichtdrucktafeln und 9 Holzschnitten. Leipzig 1880.

Aigner, Albert (*99*), Über Trugbilder von Poren in den Wänden normaler Lungenalveolen. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., Bd. 108, Abt. 3, 11 p. 1 Taf. 1899.

Albrecht, Heinrich (*96a*), Beitrag zur vergleichenden Anatomie des Säugetierkehlkopfes. Anzeig. d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien, No. 18, p. 206—207, 1896.

Albrecht, Heinrich (*96b*), Beitrag zur vergleichenden Anatomie des Säugetierkehlkopfes. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., Bd. 105, Abt. 3, p. 227—322. Mit 7 Taf. und 1 Textfig. Wien 1896.

Albrecht, P. (*85*), Vessie natatoire et poumons. La presse médic. belge, Année 37, No. 2, p. 9—14; No. 3, p. 17—20, 1885.

Albrecht, P. (*86*), Sur la non-homologie des poumons des vertébrés pulmonés avec la vessie natatoire des poissons. Paris et Bruxelles 1886.

Alessandrini, Ant. (*40*), Observationes super intima branchiarum structura piscium cartilagineorum. In: Novi Commentarii Acad. Bononensis, T. 4, p. 329—344. Mit 5 Taf. 1840.

Arnold, J. (*63a*), Vorläufige Mitteilung über das Epithel der Lungenalveolen. Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol., Bd. 27. p. 396—399, 1863.

Arnold, J. (*63b*), Zur Histologie der Lunge. Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol., Bd. 28, p. 433—473. Mit 2 Taf. 1863.

Arnold, Julius (*80*), Über das Vorkommen lymphatischen Gewebes in den Lungen. Virchows Arch., Bd. 80, p. 315—326. 1 Taf. 1880.

Arnold, Julius (*85*), Untersuchungen über Staubinhalation und Staubmetastase. Mit 3 Taf., 204 p. Leipzig 1885.

Arnstein, C. (*77*), Zur Kenntnis der quergestreiften Muskulatur in den Lungenvenen. Med. Zentralbl., 15. Jahrg., p. 692—694, 1877.

Assmann, Friedrich Wilhelm (*47*), Quellenkunde der vergleichenden Anatomie. 319 p. Braunschweig 1847.

*) Unzugänglich geblieben oder seit der Drucklegung erschienen sind die folgenden Arbeiten, welche daher noch nicht berücksichtigt werden konnten: BARTELS (*04*), BERTELLI (*05*), BIÉTRIX (*95a*), BLISNIANSKAJA (*04*), BREMER (*04*), CAMPANA (*75*), COPE (*95*), COUNCILMAN (*01*), COUVREUR (*97*), GAULT (*05*), GOGGIO (*03*), GRANCHER (*90*), GREIL (*04* und *05*), KANTHACK (*93/94*), LUCAS (*94*), MAGGIO (*94*), MAZIARSKI (*01a*), MILLER (*04a*), NEUMAYER (*04*), OCHSNER (*00*), POKROWSKI (*94*), ROSS (*99*), STAURENGHI (*95*), SUCHARD (*04*), TRIFILETTI (*03*), ZIMMERL (*99*). Kurze Hinweise auf die Arbeiten von BYKOWSKI und NUSBAUM (*04*), GOETTE (*04*) und ZILLIACUS (*05*) wurden noch während der Korrektur (auf p. 123, 183 und 460) eingeschoben.

Auerbach, L. (*65*), Über den Bau der Blutkapillaren in den Lungen des Frosches und an einigen anderen Orten. Amtl. Bericht über die 40. Vers. deutsch. Naturforscher u. Ärzte in Hannover im Sept. 1865, No. 6, p. 241—243, 1865. Hannover 1866.

Auerbach, L. (*74*), Organologische Studien. 1. u. 2. Abschnitt: Zur Charakteristik und Lebensgeschichte der Zellkerne. Breslau (Morgenstern) 1874.

Aufrecht, E. (*75*), Über das Epithel der Lungenalveolen. Zentralbl. f. d. med. Wiss., Nr. 22, p. 341—343, 1875.

Ayers, Howard (*85*), Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Dipnoer. Jenaische Zeitschr. f. Naturw., Bd. 18, p. 479—527. 3 Taf. 1885 (zugleich als Inaug.-Diss., Freiburg i. B.).

Baer, C. E. v. (*27*), Über die Kiemen und Kiemengefäße in den Embryonen der Wirbeltiere. Meckels Arch. f. Anat. u. Physiol., Bd. 12, p. 556—568, 1827.

Baer, C. E. v. (*34*), Über die Entwicklung der Schwimmblase der Fische. Fror. Not., Bd. 39, No. 12, p. 177—180, 1834.

Baer, C. E. v. (*35*), Untersuchungen über die Entwicklung der Fische, nebst einem Anhange über die Schwimmblase. 4°. 1 Taf. 52 p. Leipzig 1835.

Baer, C. E. v. (*37*), Beobachtungen über die Entstehungsweise der Schwimmblasen ohne Ausführungsgang. Bull. scient. publié par l'Acad. Imp. d. sc. de St. Pétersbourg, T. 1, No. 2, p. 15—16, 1837.

Baer, Max (*96a*), Beiträge zur Kenntnis der Anatomie und Physiologie der Atemwerkzeuge bei den Vögeln. 2 Taf. u. 26 Fig. im Text. Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. 61, H. 3, p. 420—498, 1896.

Baer, Max (*96b*), Beiträge zur Kenntnis der Anatomie und Physiologie der Atemwerkzeuge bei den Vögeln. Tübinger zool. Arbeit, Bd. 2, No. 2/3, p. 87—166. 26 Fig. u. 2 Taf. 1896. Auch Inaug.-Diss., Tübingen 1896.

Baglioni, Silvestro (*00*), Der Atmungsmechanismus des Frosches. Arch. f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abt., Suppl.-Bd., p. 33—59, 1900.

Bakody, Th. (*65*), Der Streit über das Epithel der Lungenbläschen. Virchows Arch., Bd. 33, p. 264—285. Mit 1 Taf. 1865.

Balfour, F. M. and **Parker, W. N.** (*82*), On the Structur of Lepidosteus. Philos. Transact. of the Royal Soc., P. 2, p. 360—442. Mit 9 Taf. 1882.

Baraban (*90*), L'épithelium de la trachée et des bronches chez un supplicié. Revue médicale de l'Est, Année 17, T. 22, p. 545—554. Nancy 1890.

Barrows, Anne Ide (*00*), Respiration of Desmognathus. Anat. Anz., Bd. 18, No. 18/19, p. 461—464. 2 Fig. 1900.

Bartels, Paul (*04*), Über die Nebenräume der Kehlkopfhöhle. Beiträge zur vergleichenden und zur Rassen-Anatomie. Zeitschr. f. Morphol. u. Anthropol., Bd. 8, H. 1, p. 11—61. 1 Taf. u. 1 Fig. 1904.

Barth, Ernst (*02*), Die Innervation des Kehlkopfes nach dem gegenwärtigen Stande der Forschung. Fortschr. d. Med., Bd. 20, No. 30, p. 1017—1022, 1902.

Bataillon, E. (*96*), Evolution de la fonction respiratoire chez les embryos d'Amphibiens et de Téléostéens. Compt. rend. de la Soc. de biol., Année 48 (Ser. 10, T. 3), No. 24, p. 730—733. — Girard, A., Observations à propos de la note précédente, ibid., p. 733, 1896.

Baumann, M. (*02*), Note sur les premiers développements de l'appareil pulmonaire chez la couleuvre. Bibl. anat., T. 10. No. 5, p. 304—311. Avec 6 Fig. 1902.

Baumert, M. (*55*), Chemische Untersuchungen über die Respiration des Schlammpeizgers (Cobitis fossilis). 1 Taf. 73 p. Breslau 1855.

Bayer, Ottomar (*67*), Das Epithel der Lungenalveolen und seine Bedeutung in der croupösen Pneumonie. 1 Taf. 19 p. Inaug.-Diss., Leipzig 1867.

Beale (*63*), On the stucture of the so-called apolar, unipolar and bipolar nerve cells of the frog. Philos. Transact. of the Royal Soc. of London, Vol. 153, 1863. (Zit. nach Joseph *98*).

Beddard, Fr. E. (*86a*), Note on the air-sacs of the Cassowary. Proceed. of the Zool. Soc. of London, p. 145—146, 1886.

Beddard, Fr. E. (*86b*), On the syrinx and other points in the anatomy of the Caprimulgidae. Proceed. of the Zool. Soc. of London, p. 147—153, 1886.

Beddard, Fr. E. (*86c*), On some points in the anatomy of Chauna chavaria. Proceed. of the Zool. Soc. of London, p. 178—181. Mit 1 Abb. 1886.

Beddard, Fr. E. (*86d*), Notes on the convoluted trachea of a Curassow (Nothocrax urumutum) and on the syrinx in certain storks. Proceed. of the Zool. Soc. of London, p. 321—325. Mit 3 Fig. 1886.

Beddard, Fr. E. (*88*), On certain points in the visceral anatomy of Balaeniceps rex, bearing upon its affinities. Proceed. of the Zool. Soc. of London, p. 284—290. 4 Holzschn. 1888.

Beddard, Fr. E. (*95*), On the visceral and muscular anatomy of Cryptoprocta ferox. Proceed. of the Zool. Soc. of London, p. 430—437. 1 Pl. 6 Fig. 1895.

Beddard, Fr. E. (*03*), On the modifications of structure in the syrinx of the accipitres, with remarks upon other points in the anatomy of that group. Proceed. of the Zool. Soc. of London, Vol. 2, P. 1, p. 157—163. 5 Fig. 1903.

Beddard, Fr. E. (*03b*), On the trachea, lungs and other points in the anatomy of the hamadryad snake (Ophiophagus bungarus). Proceed. of the Zool. Soc. of London, Vol. 2, p. 319—328. With 5 Fig. 1903.

Beddard, Fr. E. (*03c*), A note upon the tongue and windpipe of the American vultures, with remarks on the interrelations of the genera Sarcorhamphus, Gypagus and Cathartes. Proceed. of the Zool. Soc. of London, Vol. 2, p. 386—392. 4 Fig. 1903.

Behrens, W., Kossel, A. und **Schiefferdecker, P.** (*91*), Die Gewebe des menschlichen Körpers und ihre mikroskopische Untersuchung, Bd. 1. Das Mikroskop und die Methoden der mikroskopischen Untersuchung. 1889. Bd. 2. Gewebelehre, mit besonderer Berücksichtigung des menschlichen Körpers, Abt. 1, 1891.

Benda, C. (*95a*), Über die Schleimhautleisten des wahren Stimmbandes des Menschen. Verh. d. Physiol. Ges. zu Berlin, Jahrg. 1894/95, Nr. 13—15, p. 42—43 und Berichtigung p. 45. Berlin 1895.

Benda, C. (*95b*), Über die Schleimhautleisten des wahren Stimmbandes beim Menschen. Arch. f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abt., Jahrg. 1895, p. 563—564.

Benda, C. (*95c*), Die Schleimhautleisten der Stimmlippen des Menschen. Arch. f. Laryngol. u. Rhinol., Bd. 3, p. 205—209. Mit 3 Fig. 1895.

Benda, C. und **Guenther, Paula** (*95*), Histologischer Handatlas. 60 Taf. Leipzig-Wien (Franz Deuticke) 1895.

Benedicenti, A. (*90* u. *92*), Richerche sulla terminazione nervose sulla mucosa della trachea. Atti (Processi verbali) della Soc. Toscana di Sc. nat. 1890; ein franz. Auszug (Recherches sur les terminaisons nerveuses dans la muqueuse de la trachée) vom Autor selbst in Arch. ital. de biol., Vol. 17, p. 46—48, 1892.

Benham, W. Blaxland (*94*), The structure of the pharyngeal Bars of Amphioxus. 2 Pl. The Quarterly Journ. Microscop. Sc. New Ser., Vol. 35, P. 1, p. 97—118. 2 Pl. 1894.

Benham, W. Blaxland (*01*), On the Larynx of certain Whales (Cogia, Balaenoptera and Ziphius. Proceed. of the Zool. Soc. of London, Vol. 1, P. 2, p. 278—300. 4 Taf. 1901.

Bennet, F. W. (*79*), On a communication between Air-Bladder and the Cloaca in the Hering. Journ. of Anat. a. Physiol., Vol. 14, p. 405—406. 1. Fig. im Texte. 1879.

Berdal, H. (*94*), Nouveaux éléments d'histologie normale. 4. édit. entièrem. revue et augmentée. 8°. Avec fig. nombr. 618 pp. Paris (A. Maloine) 1894.

Bergmann und **Leuckart** (*52*), Vergleichende Anatomie und Physiologie. Stuttgart 1852.

Berkley, H. J. (*93*), The intrinsic pulmonary nerves by the silver method. The Journal of comparative Neurology, Vol. 3, p. 107—111. Mit 1 Taf. 1893.

Berkley, H. J. (*95*), The intrinsic pulmonary nerves in Mammalia. The Johns Hopkins Hosp. Rep., Vol. 4, No. 4—5, p. 72—78. Mit 1 Taf. 1895.

Bertelli, D. (*00a*), Le pleure degli uccelli. Verh. Anat. Ges., 14. Vers. Pavia 1900. Ergänzungsh. Anat. Anz., Bd. 18, p. 97—98. Vergl. auch das Ref. von v. Kölliker in: Kurzer Ber. über d. anat. Kongr. in Pavia, p. 21—22, 1900.

Bertelli, D. (*00b*), Sviluppo dei sacchi aeriferi del pollo. Divisione della cavità celomatica degli uccelli. Atti della Soc. Toscana di Sc. nat. resid. in Pisa, Memorie, Vol. 17, p. 145—166. Mit 1 Taf. Pisa 1900.

Bertelli, D. (*01*), Sviluppo e conformazione delle pleure negli uccelli. Monit. Zool. Ital., Anno 12, No. 4, p. 96—103; No. 5, p. 118—128, 1901.

Bertelli, D. (*04*), Sullo sviluppo del Diaframma, dei Sacchi aeriferi e della cavità pleuro-peritoneale nel Gallo domestico. Nota preventiva. Monit. Zool. Ital., Anno 15, No. 9, p. 285—287, 1904.

Bertelli, D. (*05*), Ricerche di anatomia comparata e di embriologia sull' apparecchio respiratorio dei vertebrati (Terza nota prev.). Atti e Mem. d. R. Accad. di Padova, Anno 1904/05, Vol. 21 (2 p.).

Berthold, A. A. (*27*), Über die Bedeutung und den Nutzen der Luftröhrenringe. Isis, p. 761, 1827.

Bethge, Emil (*98*), Das Blutgefäßsystem von Salamandra maculata, Triton taeniatus und Spelerpes fuscus; mit Betrachtungen über den Ort der Atmung beim lungenlosen Spelerpes fuscus. Zeitschr. wissensch. Zool., Bd. 63, H. 4, p. 680—707. 2 Taf. 1898.

Biétrix, E. (*95a*), Quelques considérations sur les notions de lacune et d'endothélium en anatomie générale, à propos du reséau vasculaire branchial des Poissons. Compt. rend. Soc. philomat. de Paris, No. 8, p. 26—27, 1895 (?).

Biétrix, E. (*95b*), Etude de quelques faits relatifs à la morphologie générale du système circulatoire, à propos du réseau branchial des Poissons. Thèse méd. de Paris, 1895.

Bignon, Fanny Melle (*88*), Recherches sur les rapports du système pneumatique de la tête des oiseaux avec le système dépendant de l'appareil pulmonaire. Compt. rend. Soc. de biol., Année 40 (Sér. 8, T. 5), No. 14, p. 357—360, 1888.

Birch-Hirschfeld, F. V. (*99*), Über den Sitz und die Entwicklung der primären Lungentuberkulose. Deutsches Arch. f. klin. Med., Bd. 64, p. 58—128. Mit 3 Abb. u. 6 Taf. 1899.

Bischoff, Th. Ludw. Wilh. (*40*), Lepidosiren paradoxa. Anatomisch untersucht und beschrieben. Mit 7 Steindrucktaf. 4°. Leipzig (L. Voss) 1840.

Blisnianskaja, Grunia (*04*), Zur Entwicklungsgeschichte der menschlichen Lunge: Bronchialbaum, Lungenform. Diss. med., Zürich 1904. 1 Taf. 8°. 59 S.

Bloch, Leopold (*00*), Schwimmblase, Knochenkapsel und Weberscher Apparat von Nemachilus barbatulus Günther. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss., Bd. 34, N. F. Bd. 27, H. 1, p. 1—64. 2 Taf. u. 12 Fig. im Text. 1900.

Boas, v. E. (*80*), Über Herz und Arterienbogen bei Ceratodus und Protopterus. Morphol. Jahrb., Bd. 6, p. 321—354. Mit 2 Taf. u. 3 Holzschn. 1880.

Boas, v. E. (*82*), Über den Conus arteriosus und die Arterienbogen der Amphibien. Morph. Jahrb., Bd. 7, p. 488—572. Mit 3 Taf. u. 5 Holzschn. 1882 (1881—82).

Boccius, Wilh. (*58*), Über den oberen Kehlkopf der Vögel. In Müllers Arch. f. Anat., p. 614—649. Mit 1 Taf. 1858.

Bockendahl, A. (*85*), Über die Regeneration des Trachealepithels. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 24, p. 361—371. 1 Taf. 1885.

Böhm, A. A. und **Davidoff, v. M.** (*95*), Lehrbuch der Histologie des Menschen einschließlich der mikroskopischen Technik, 246 Abb., XV. u.404 p. Wiesbaden 1895.

Böhm, A. A. und **Davidoff, M. v.** (*03*), Lehrbuch der Histologie des Menschen, einschließlich der mikroskopischen Technik. 3. Aufl., XIV und 417 p. 278 Fig. Wiesbaden 1903.

Bohr, Chr. (*99*), Über die Haut- und Lungenatmung der Frösche. Skandinavisches Archiv für Physiol., Bd. 10, H. 1 u. 2, p. 74—90, 1899.

Boinet et **Combes** (*04*), Sac ventriculaire extra-laryngien chez l'homme. Compt. rend. Soc. biol., T. 56. No. 11, p. 535—537 (Réun. biol. Marseille), 1904.

Boldyrew, M. (*71a*), Beiträge zur Kenntnis der Nerven, Blut- und Lymphgefäße der Kehlkopfschleimhaut. (Inaug.-Diss., Breslau 1870.) Arch. f. mikr. Anat., Bd. 7, p. 166—174, 1871.

Boldyrew, Mathias (*71b*), Über die Drüsen des Larynx und der Trachea. Untersuchungen aus dem Institut f. Physiol. u. Histol. in Graz, H. 2, p. 237—241. Mit 1 Taf. Leipzig 1871.

Bonheim, P. (*02*), Über die Entwicklung der elastischen Fasern in der fötalen Lunge. Jahrbücher d. Hamburg. Staatskrankenanstalten, Bd. 7, Teil 2, Jahrg. 1899/1900, p. 675—684. Hamburg und Leipzig 1902.

Bonne, Ch. (*01a*), Sur la structure des glandes bronchiques. Bibliogr. anat., T. 9, Fasc. 3, p. 97—123. 7 Fig. 1901.

Bonne, Ch. (*01b*), Note sur la structure des glandes bronchiques. Compt. rend. de l'Assoc. des Anatomistes, Sess. 3, Lyon 1901, p. 255—257. Nancy 1901.

Bonnet, R. (*91*), Grundriß der Entwicklungsgeschichte der Haussäugetiere. 282 S. Mit 201 Abb. Berlin 1891.

Boruttau, H. (*02*), Innervation der Atmung. Ergebnisse der Physiol., II.: Bio- und Psychophysik, Bd. 1, p. 403—408, 1902.

Brass, A. (*96*), Atlas der Gewebelehre des Menschen, Bd. 1. 4°. 60 Taf. in Gravur und Tondruck. Selbstverl. des Verf. Göttingen 1896.

Bremer, John Lewis (*04*), On the Lung of the Opossum. Americ. Journ. of Anat., Vol. 3, No. 1, p. 67—73. 11 Fig. 1904.

Bridge, T. W. (*00*), The air-bladder and its connection with the auditory organ in Notopterus borneensis. The Journal of the Linnean Soc. Zool., Vol. 27, p. 503—540. Mit 2 Taf. 1900.

Bronn, H. G. (*unvoll.*), Klassen und Ordnungen des Tierreichs. Bd. 6, Abt. I: Fische (Sagemehl); Abt. II: Amphibien (Hoffmann), 1878; Abt. III: Reptilien (Hoffmann), 1890; Abt. IV: Vögel (Gadow, Selenka), 1869—1891; Abt. V (Bd. 1): Mammalia (Giebel, Leche), 1874—1900.

Brown, Henry (*74a*), Do the alveoli of the lungs possess squamous epithelium? Letter to the editor the Lancet, Vol. 2, No. 18, p. 646, Octob. 31, 1874.

Brown, Henry (*74b*), Do the alveoli of the lungs possess squamous epithelium? Lancet, Vol. 2, No. 19, p. 681, Nov. 7, 1874.
Brücke, E. (*81*), Vorlesungen über Physiologie, Bd. 1, 3. Aufl. Wien 1881.
Budge, A. (*77*), Die Saftbahnen im hyalinen Knorpel. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 14, p. 65—73. Mit 1 Taf. 1877.
Budge, A. (*79*), Weitere Mitteilungen über die Saftbahnen im hyalinen Knorpel. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 16, p. 1—15. 1 Tafel. 1879.
Burow, Wilhelm (*02*), Beiträge zur Anatomie und Histologie des Kehlkopfes einiger Haussäugetiere. (Arch. f. wiss. u. prakt. Tierheilk., Bd. 28, H. 3/4, p. 312—358.) Diss. phil., Zürich 1901/02. 47 p. Berlin 1902.
Bykowski, L. und **Nusbaum, J.** (*04*), Beiträge zur Morphologie des parasitischen Knochenfisches Fierasfer Cuv. Bull. Acad. sc. Cracovie., Cl. sc. math. et nat., Nov. 1904, p. 409—422. Mit 1 Taf. Krakau 1904.

Cadiat (*77a*), Structure et développement du poumon. Gaz. médicale de Paris, No. 17, p. 214, 1877.
Cadiat (*77b*) Des rapports entre le développement du poumon et sa structure. Journal de l'Anatomie et de la Physiologie, Vol. 13, p. 591—628. 4 Taf. 1877.
Calori, Luigi (*41*), Memoria intorno ai vasi polmonali secondari degli Ofidi. Nuovi Anali delle Sc. nat. di Bologna, anno 3, T. 5, p. 57—60. Bologna 1841.
Calori, Aloysius (*42*), De vasis pulmonum Ophidiorum secundariis observationes novae. Novi Commentarii Acad. Bonon., T. 5, p. 395—412. 1 Taf. 1842.
Camerano, L. (*94a*). Ricerche anatomo-fisiologiche intorno ai Salamandridi normalmente apneumoni. Anat. Anz., Bd. 9, p. 676—678, 1894.
Camerano, L. (*94b*), Recherches anat. physiol. sur les salamandres normalement déprivés de poumon. Arch. ital. de biol., T. 21. Fasc. 3. Turin 1894.
Camerano, L. (*95*), Ricerche anatomo-fisiologiche intorno ai Salamandridi normalmente apneumoni. Atti d. R. Accadem. delle scienze Torino, Vol. 29, 1895.
Camerano, L. (*96a*), Nuove ricerche intorno ai Salamandridi normalmente apneumonici e intorno alla respirazione negli Anfibi urodeli. Atti d. R. accad. d. scienze di Torino, V. 31, Disp. 8, p. 512—526, 1896 [vergl. auch Camerano (*96b*) und Camerano (*96c*)].
Camerano, L. (*96b*), Nuove ricerche intorno ai Salamandridi normalmente apneumoni e intorno alla respirazione negli Anfibi urodeli. Anat. Anz., Bd. 12, p. 114—119, 1896.
Camerano, Lorenzo (*96c*), Nouvelles recherches sur les Salamandrides normalement dépourvus de poumons et sur la respiration chez les Amphibies urodèles (Résumé). Arch ital. de biolog., T. 25, p. 219—228, 1896.
Campana (*75*), Recherches d'Anatomie, de Physiologie et d'Organogénie pour la détermination des lois de la genèse et de l'évolution des espèces animales. I. Mémoire. Physiologie de la respiration chez les oiseaux. Anat. de l'appareil pneumatique pulmonaire, de faux diaphragmes, des séreuses et de l'intestin chez la poulet. Paris (Masson) 1875.
Carpenter, William B. (*69*) Principles of Human Physiology, edited by Henry Power. 7. Aufl. London 1869.
Carrière, J. (*85*), Die postembryonale Entwicklung der Epidermis des Siredon pisciformis. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 24, p. 19—50. 3 Taf. 1885.
Carus, C. G. (*16*), Über einige Eigentümlichkeiten im Bau der Lamprete (Petromyzon marinus). Deutsch. Arch. f. d. Physiol., Bd. 2, H. 4, p. 600—614, 1816.
Carus, C. G. (*34*), Lehrbuch der vergleichenden Zootomie, durch 20 Kupfertafeln (in 4°, mit 6¼ Bogen Erklär.) erläutert. Zweite durchgängig verb. umgearb., vermehrte und mit durchaus neuen Tafeln versehene Auflage. 2 Teile. 8°. Leipzig (Fleischer) 1834.
Cazin, M. (*85*), Observations sur l'anatomie du Pétrel géant (Ossifraga gigantea L.). Bibliothèque de l'École des hautes études, Section des sciences naturelles, T. 31, art no. 9. Paris 1885.
Charbonnel-Salle, L. (*83*), Recherches anatomiques et physiologiques sur le mécanisme de la respiration chez les chéloniens. Annales de sciences naturelles. Zool., Serie 6, T. XV, Article 6. 1 Tafel. 1883.
Chievitz, J. H. (*82*), Untersuchungen über die Verknöcherung der menschlichen Kehlkopfknorpel. Arch. f. Anat. u. Physiol., anat. Abt., p. 303—348. Mit 2 Taf. Jahrg. 1882.
Chrzonszczewsky, N. (*63*), Über das Epithel der Lungenbläschen der Säugetiere. Würzburger med. Zeitschr., Bd. 4, p. 206—211. Taf. IV. 1863.
Chrzonszczewsky, N. (*66*), Zur Lehre von dem Lungenepithel. Arch. f. pathol. Anat. u. Phys., Bd. 35, p. 165—168, 1866.

Citelli (*01*), Étude sur la structure de la muqueuse laryngienne chez l'homme (Archivi italiani di Laringologia, anno 21, 1901), berücks. nach dem Ref. von Fusari in: Arch. ital. de biol., T. 36, p. 478—479, 1901.
Citelli (*04*), Sull' esistenza di una cartilagine sopra cricoidea nell' uomo e sulla sua importanza morfologica. Anat. Anz., Bd. 24, No. 10/11, p. 289—296. 2 Fig. 1904.
Clemens, P. (*94*) Die äußeren Kiemen der Wirbeltiere. Aus d. anat. Instit. zu Freiburg i. B. Anat. Hefte, H. 14 (Bd. 5, H. 1), p. 52—152. 4 Taf., 5 Fig. im Text. Wiesbaden 1894.
Coggi, Alessandro (*87*), Intorno ai corpi rossi della vesica natatoria di alcuni Teleostei. Mitteil. aus d. zool. Station zu Neapel, Bd. 7, H. 3, p. 381—400. 1 Taf. 1887.
Coggi, A. (*89*), Über den epithelialen Teil der sogenannten Blutdrüsen in der Schwimmblase des Hechtes (Esox lucius). Morphol. Jahrb., Bd. 15, p. 555—559. 1 Taf. 1889.
Colas (*26*), Essai sur l'organisation du poumon des Oiseaux. In: Féruss. Bull. Sc. nat., T. 9, p. 225—231, 1826. — Über die Organisation der Lungen bei den Vögeln. Fror. Not., Bd. 15, No. 326, p. 277—280, 1826.
Colberg, A. (*63*), Observationes de penitiore pulmonum structura et physiologica et pathologica. Halis 1863.
Colberg (*66*), Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie der Lungen. Deutsch. Arch. f. klin. Medizin, Bd. 2, p. 453—487. Taf. 6—7. 1866. (Das Heft ist 1866, der Band 1867 datiert.)
Cope, E. D. (*95*), The pulmonary Structures of the Ophidia. Pr. of the Americ. Assoc. for the Advanc. of Sc., 43. Meet., 1894, p. 254. Salem 1895.
Corning, H. K. (*88*), Beiträge zur Kenntnis der Wundernetzbildungen in den Schwimmblasen der Teleostier. Morph. Jahrb., Bd. 14, p. 1—53, 1888.
Councilman, W. T. (*01*), The lobule of the lung and its relation to the lymphatics. Journ. Boston med. Soc., Vol. 4, No. 7, p. 165, 1901.
Couvreur, E. (*97*), Étude sur la respiration des Poissons. Mécanisme respiratoire chez les Cyclostomes. Ann. de la Soc. Linn. de Lyon, Année 1897 (nouv. sér.), T. 44, p. 105—109. 2 Fig.
Couvreur, E. (*02*), Sur le mécanisme respiratoire de la torpille. Compt. rend. Soc. biol. Paris, T. 54, p. 1252—1253, 1902.
Coyne, P. (*74a*), Recherches sur l'anatomie normale de la muqueuse de larynx. Arch. de physiologie, 2. Sér., T. 1, p. 92—107. Mit 1 Taf. Janv. 1874.
Coyne, P. (*74b*), The mucous membranes of the larynx. Monthly microsc. Journ., Vol. 12, p. 32, 1874.
Coyne, P. (*74c*), Recherches sur l'anatomie normale de la muqueuse de larynx et sur l'anatomie pathologique des complications laryngées de la rougeole. Thèse pour le doctorat en méd. Paris 1874.
Cramer, Hermann (*47*), De penitiori pulmonum hominis structura. Inaug.-Diss., 32 p. Berolini 1847.
Crisp, E. (*64*), On the visceral anatomy of the Screamer (Chauna chavaria). Proc. Zool. Soc. of London, p. 14—16, 1864.
Cuccati, Giovanni (*88*), Sopra il distribuimento e la terminazione delle fibre nervee nei polmoni della rana temporaria. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol., Bd. 5, p. 194—203. Mit 1 Taf. 1888.
Cuccati, Giovanni (*89*), Intorno al modo onde i nervi si distribuiscono e terminano nei polmoni e nei muscoli addominale del triton cristatus. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol., Bd. 6, p. 237—249. Con 1 tav. 1889.
Cuvier, G. (*1795*), Mémoire sur le larynx inférieur des Oiseaux, in Millin, Magaz. encycl., Année 1, T. 2, p. 330—358. Mit 1 Taf. 1795.
Cuvier, G. (*1798*), Sur les organes de la voix dans les Oiseaux, in Bull. des scienc. Soc. Philom., I, 2, p. 115—116 (an 6.), 1798. Millin, Magaz. encycl., Année 4, T. 2, p. 162—165. Paris 1798.
Cuvier, G. (*1802*), Über den unteren Larynx der Vögel, in Reils Arch. f. Physiol., Bd. 5, p. 67—96, 1802.
Cuvier, G. (*1806*), Anatomische Untersuchungen über die zweifelhaften Reptilien. 1806 [zit. nach Oppel (*89*)].
Cuvier, G. (*10*), Vorlesungen über vergleichende Anatomie. Übersetzt von Meckel (4. Teil enthält Atmungsorgane). 1810.
Cuvier, G. (*37*), Leçons d'anatomie comparée. 2. Aufl. Paris (Crochard et Co.), 1835. Übersetzt von Duvernoy. Stuttgart 1837.
Czyhlarz, Ernst R. v. (*97*), Über ein Pulsionsdivertikel der Trachea mit Bemerkungen über das Verhalten der elastischen Fasern an normalen Tracheen und Bronchien. (Senckenbergsches Institut zu Frankfurt a. M.). Zentralbl. f. allgem. Pathol. u. pathol. Anat., Bd. 8, p. 721—728, 1897.

Dahlgren, U. (*98*), The maxillary and mandibular breathing valves of Teleost fishes. Report fr. zool. Bullet., Vol. 2, p. 3. Boston 1898 [berücksichtigt nach dem Referat von Wiedersheim (*02*)].

Davidoff, M. v. (*87*), Untersuchungen über die Beziehungen des Darmepithels zum lymphoiden Gewebe. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 29, p. 495—525. 2 Taf. 1887.

Davis, C. (*77*), Die becherförmigen Organe des Kehlkopfes. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 14, p. 158—167. 1 Taf. 1877.

De Beule (*03*), Recherches sur l'innervation motrice du larynx chez le lapin. Compt. rend. de l'assoc. d. anat., 5. sess. Liège 1903 (Bibliogr. anat. Suppl.), p. 96—101. Nancy 1903.

Debove (*74*), Mémoire sur la couche endothéliale sous-épithéliale des membranes muqueuses. Archives de physiologie normale et pathologique, Série 2, T. 1 (Année 6), p. 19—26. 1 Taf. 1874.

Deditius, Karl (*02*), Beiträge zur Akustik des Stimmorgans der Sperlingsvögel. Verh. d. 5. int. Zool.-Kongr. zu Berlin 1901, p. 629—639. Mit 1 Abb. 1902.

Deichler, C. (*61a*), Zur Frage, ob die Lungenbläschen ein Epithelium besitzen oder nicht. Zeitschr. f. rat. Med., 3. R., Bd. 10, H. 2, p. 195—203, 1861.

Deichler, C. (*61b*), Beitrag zur Histologie des Lungengewebes. Göttingen 8. 1 Taf. 30 p. 1861.

Deineka, D. J. (*02*), Einige Beiträge zum Bau der Schwimmblase der Fische. (Arbeiten der K. Ges. d. Naturf. in St. Petersburg, Bd. 32, Lief. 1, No. 6. Okt. Sitzungsber. St. Petersburg 1901—02, p. 253—260, franz. Auszug, p. 278); [berücksichtigt nach dem Referat von Stieda (*02*), p. 625].

Deineka, D. J. (*04*), Zur Frage über den Bau der Schwimmblase. Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. 78, H. 1, p. 149—164. Mit 2 Taf. u. 6 Textfig. 1904.

Delaroche (*09*), Observations sur la vessie aérienne des poissons. Suite des observations sur la vessie aérienne des poissons. Muséum d'Histoire nat., T. 4. Paris 1809 [berücksichtigt nach dem Zitat von Vincent and Barnes (*96*), von Corning (*88*) und von Jacobs (*98*)].

Deniker et **Boulart** (*86*), Note sur les sacs laryngiens des singes anthropoides. Journ. de l'anat. et de la physiol., No. 1, p. 51—62. 2 Taf. 1886.

Deniker et **Boulart** (*96*), Les sacs laryngiens des singes anthropoides. Bull. du muséum d'histoir. nat., T. 2, p. 139—143. Paris 1896.

Derbe, Max (*92*), Über das Vorkommen von Pflasterepithel in Zylinderepithel tragenden Schleimhäuten. Med. Inaug.-Diss. Königsberg. 31 S. 8°. 1 Taf. 1892.

Disse, J. (*75*), Beitr. zur Anatomie des menschlichen Kehlkopfes. 22 S. und 2 Taf., Inaug.-Diss. Erlangen, 1875; auch Arch. f. mikr. Anat., Bd. 11, p. 497—516. 2 Taf. 1875.

Dobrowolski Z. (*94*), Lymphknötchen (Folliculi lymphatici) in der Schleimhaut der Speiseröhre, des Magens, des Kehlkopfs, der Luftröhre und der Scheide. Zieglers Beiträge zur pathol. Anat. und allg. Pathol., Bd. 16, H. 1, p. 43 -101, 1894.

Dohrn, A. (*84*), Studien zur Urgeschichte des Wirbeltierkörpers: IV. Die Entwicklung und Differenzierung der Kiemenbogen der Selachier. Mitteil. d. zool. Station zu Neapel, Bd. 5, 1884.

Dohrn, A. (*85*), Studien zur Urgeschichte des Wirbeltierkörpers: VII. Entstehung und Bedeutung der Glandula thyreoidea; VIII. Die Thyreoidea bei Petromyzon, Amphioxus und den Tunikaten. Mitteil. d. zool. Station zu Neapel, Bd. 6, p. 44 —48 u. 49—92. 1885.

Dohrn, A. (*86*), Studien zur Urgeschichte des Wirbeltierkörpers: XI. Spritzlochkieme der Selachier, Kiemendeckelkieme der Ganoiden, Pseudobranchie der Teleostier. Mitteil. aus der zoolog. Station zu Neapel, Bd. 7, Heft 1, p. 128—176. 2 Taf. 1886.

Dolkowski, Eduard (*75*), Beitrag zur Histologie der Tracheobronchialschleimhaut. III und 52 p. 1 Taf. Lemberg 1875.

Donders (*56* und *59*), Physiologie des Menschen; deutsch von F. W. Theile. Bd. I, 1856, II. Aufl. Leipzig 1859.

Drasch, O. (*80*), Die physiologische Regeneration des Flimmerepithels der Trachea. Sitzungsber. d. Wiener Akad., math.-nat. Kl., Bd. 80, Abt. III (Okt.-Heft 1879), Mit 2 Taf. u. 5 Textfig. Wien 1880.

Drasch, O. (*81*), Zur Frage der Regeneration des Tracheaepithels, mit Rücksicht auf die Karyokinese und die Bedeutung der Becherzellen. Sitzungsber. d. Wiener Akad., Bd. 83, Abt. 3, Mai-Heft, p. 341—372. 1 Tafel. 1881.

Dröscher, Wilhelm (*82*), Beiträge zur Kenntnis der histologischen Struktur der Kiemen der Plagiostomen. Archiv für Naturgesch., 48. Jahrg., Bd. 1, p. 120—177. Mit 4 Taf. 1882.

Dubois, E. (*86*), Zur Morphologie des Larynx. Anatom. Anz., 1. Jahrg., p. 178—186 und 225—231, 1886.

Dubois, Raph. (*92*), Contribution à l'étude du mécanisme respiratoire des Dipnoiques et de leur passage de la torpeur estivale à la vie active. Ann. de la soc. Linn. de Lyon, Année 1892, Nouv. Sér., T. 39, p. 65—72. Lyon 1892.

Du Bois-Reymond (*02*), Mechanik der Atmung. Ergebnisse der Physiologie: II. Bio- und Psychophysik, Bd. 1, p. 377—402, 1902.

Duval, M. (*97*), Précis d'histologie. 408 Abbild., 956 p. Paris 1897.

Dybkowsky (*66*), Über Aufsaugung und Absonderung der Pleurawand. Berichte der sächs. Gesellsch. d. Wissensch., 1. Juli 1866, p. 191. 1 Taf. 1866.

Eberth, C. J. (*62*), Der Streit über das Epithel der Lungenbläschen. Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol., Bd. 24, p. 503—512. Taf. 5, Fig. 1—5. 1862.

Eberth, C. J. (*63*), Über den feineren Bau der Lunge. Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. 12, H. 4, p. 427—454. Taf. 44 und 45. 1863.

Eberth, C. J. (*64*), Zu den Kontroversen über das Lungenepithel. Würzburger naturwissensch. Zeitschr., Bd. 5, p. 84—85, 1864.

Ebner, V. v. (*99*), Köllikers Handbuch der Gewebelehre des Menschen, 6. Aufl., Bd. 3, 1. Hälfte: Verdauungs- und Geschmacksorgane etc. Leipzig 1899.

Ecker und **Wiedersheim** (*82*), Die Anatomie des Frosches. In 3 Abteilungen. 3. Abteilung: Lehre von den Eingeweiden, dem Integument und den Sinnesorganen, bearb. von R. Wiedersheim. Braunschweig 1882 (vergl. auch unten Gaupp *01*).

Edinger, Ludwig (*76*), Über die Schleimhaut des Fischdarmes, nebst Bemerkungen zur Phylogenese der Drüsen des Darmrohres. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 13, p. 651—692. 2 Taf. 1876.

Egorow, Wladimir (*79*), Über die Nerven der Lungen. Zentralbl. f. d. med. Wissenschaften, No. 18, p. 305—307, 1879. (Vorläufige Mitteilung.)

Ehlers, E. (*81*), Beiträge zur Kenntnis des Gorilla und Chimpanse. Abh. d. K. Ges. d. Wissensch. zu Göttingen, Bd. 28, p. 3—77. Mit 4 Taf. 1881.

Ehlers, E. (*95*), Zur Kenntnis der Eingeweide von Lepidosiren. Nachrichten d. K. Ges. d. Wissensch. zu Göttingen, math.-physik. Kl., p. 34—51, 1895.

Ehrenbaum, E. (*96*), Eier und Larven von Fischen der deutschen Bucht. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen der Kommiss. usw. Neue Folge, Bd. 2, H. 1, Abt. 1, p. 255, 1896.

Eichholtz, H. (*45*), Zur physiologischen und pathologischen Anatomie des Lungengewebes. Joh. Müllers Arch. f. Anat., Physiol. etc., p. 430—455, Jahrg. 1845.

Eichler, E. (*98*), Zur Frage: Sind Drüsen im wahren Stimmbande enthalten? Arch. f. Laryngol., Bd. 7, H. 2 u. 3, p. 462. 1 Fig. 1898.

Elenz, Emil (*64*), Über das Lungenepithel. Würzburger naturwissensch. Zeitschr., Bd. 5, p. 66—83. Taf. 2. 1864 (auch Inaug.-Diss.).

Ellenberger, W. (*84*), Handbuch der vergleichenden Histologie und Physiologie der Haussäugetiere, bearbeitet von Bonnet, Czokor, Eichbaum etc. Bd. 1: Histologie, Berlin, Parey 1884.

Ellenberger, W. (*90*) Handbuch der vergleichenden Histologie und Physiologie der Haussäugetiere. 2. Band: Physiologie. Berlin 1890.

Ellenberger, W. und **Günther, G.** (*01*), Grundriß der vergleichenden Histologie der Haussäugetiere. 2. Aufl. 345 p. 414 Textabb. Berlin (P. Parey) 1901.

Ellenberger, W. und **Müller, C.** (*96*), Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. 8. Aufl. X u. 965 p. 332 Holzschn. Berlin (A. Hirschwald) 1896.

Engelmann, Th. W. (*80*), Zur Anatomie und Physiologie der Flimmerzellen. Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. 23, p. 505—535. 1 Taf. 1880.

Erlanger, R. v. (*96*), Über den feineren Bau der Epithelzellen der Kiemenplättchen der Salamanderlarve und ihre Teilung. Vorläuf. Mitt. Zool. Institut zu Heidelberg. Zool. Anz., Bd. 19, No. 513, p. 401—407, 1896.

Ermann (*08*), Untersuchungen über das Gas in der Schwimmblase der Fische und über Mitwirkung des Darmkanals zum Respirationsgeschäft bei der Fischart Cobilis fossilis. Gilberts Annalen der Physiol., Bd. 30, p. 113. Halle 1808.

Ewart, Will. (*89*), The bronchi and pulmonary blood-vessels: their anatomy and nomenclature; with a criticism of Professor Aebys views on the bronchial tree of mammalia and of man. London, ohne Jahr (Vorrede datiert: Novbr. 1, 1888; Postskript datiert: January 28, 1889). 4°. XVII u. 232 p. 20 Taf. [zitiert nach Lühe (*01*)].

Faussek, Victor (*02*), Beiträge zur Histologie der Kiemen bei Fischen und Amphibien. Arch. f. mikrosk. Anat. u. Entw., Bd. 60, H. 1, p. 157—174. Mit 1 Taf. 1902.

Fauvel, Ch. (*79*), Quelques points de l'embryogénie du larynx. Vascularisation terminale de la muqueuse laryngienne etc. Gaz. des hôpit., T. 52, p. 67—68 und 107—108. Paris 1879.

Fein, Johann (*03*), Die Verklebungen im Bereiche des embryonalen Kehlkopfes. Arch. f. Laryngol. und Rhinol., Bd. 15, H. 1, p. 94—113, 1903.

Fessler, J. (*83*), Über Bau und Innervation des Larynxepithels. Sitzungsber. der Ges. f. Morphol. u. Physiol. in München, Bd. 1, Sitz. vom 19. Juni 1883 und Bayerisches ärztliches Intelligenzblatt, No. 30, p. 301.

Ficalbi, E. (*84 a*), Recherches sur la structure histologique des poches aérifères des oiseaux (Extrait). Archives ital. de biologie, T. VI, 2, p. 172—180, 1884 [vergl. auch Ficalbi (*84 b*)].

Ficalbi, E. (*84 b*), Alcune ricerche sulla struttura istologica delle sacche aerifere degli uccelli. Atti della Societa Toscana di scienze naturali in Pisa, Bd. 8, H. 2. 16 p. 1 Taf. Pisa 1884. (Referiert von Solger, in Biolog. Zentralbl., Bd. 5, No. 15, p. 468—469, 1885.) [Vergl. auch Ficalbi (*84 a*).]

Fick, R. (*95*), Vergleichend-anatomische Studien an einem erwachsenen Orang-Utang. Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt., p. 1—100. Mit 3 Taf. 1895.

Fick, R. (*97*), Über die Atemmuskeln. Suppl.-Bd. zum Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgesch., p. 43—79. Mit 2 Textfig. 1897. Vergl. auch Anat. Anz., Bd. 14, No. 6, p. 178—181, 1897.

Fischer, J. G. (*64*), Anatomische Abhandlungen über die Perennibranchiaten und Derotremen. Hamburg 1864.

Fischer von Waldheim (*1795*), Versuch über die Schwimmblase der Fische. Leipzig 1795 [zit. nach Jacobs (*98*) und Jaeger (*03 i*)].

Fleiner, W. (*88*), Über die Resorption korpuskulärer Elemente durch Lungen und Pleura. Virchows Arch., Bd. 112, No. 1, p. 97—135. 1 Taf.; p. 282—316. 1 Taf. 1888.

Flemming, W. (*85*), Über die Regeneration verschiedener Epithelien durch mitotische Zellteilung. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 24, p. 371—398. 1 Taf. 1885.

Flesch, M. (*80*), Untersuchungen über die Grundsubstanz des hyalinen Knorpels. 102 p., 5 Taf., 8°. Würzburg 1880.

Flower, W. H. (*67*), Notes on the visceral anatomy of Hyomoschus aquaticus. Proc. of the Zool. Soc. of London, p. 954—960, 1867.

Flower, W. H. (*72*), Lectures on the comparative Anatomy of the mammalia. The medical Times and Gazette; Vol. 1, p. 215, 291, 335, 392, 451, 507, 561, 621, 678; Vol. II, p. 1, 59, 115, 219, 319, 371, 427, 591, 645; 1872.

Fränkel, B. (*88*), Zur feineren Anatomie der Stimmbänder. (Berl. med. Ges.) Berl. klin. Wochenschr., Jahrg. 25, p. 874—875, 1888.

Fränkel, B. (*89 a*), Demonstration von Präparaten des normalen Stimmbandes. Tageblatt der 62. Naturforscherversammlung in Heidelberg vom 18.—23. Sept. 1889. Heidelberg 1890.

Fränkel, B. (*89 b*), Zur Histologie der Stimmbänder. Erwiderung usw. Virchows Arch., Bd. 118, p. 370—375, 1889.

Fränkel, B. (*89 c*), Replik auf vorstehende Erwiderung des Herrn Kanthack. Virchows Arch., Bd. 118, p. 381—383, 1889.

Fränkel, B. (*94 a*), Studien zur feineren Anatomie des Kehlkopfs: I. Das Stimmband, seine Leisten und Drüsen. Arch. f. Laryngol. u. Rhinol., Bd. 1, p. 1—24. 8 Lichtdrucktafeln. 1894.

Fränkel, B. (*94 b*), Studien zur feineren Anatomie des Kehlkopfs: II. Der Ventriculus Morgagni. Arch. f. Laryngol. und Rhinol., Bd. 1, p. 250—257. 4. Textfig. und 6 Taf. 1894.

Fränkel, B. (*95*), Die keilförmigen Knorpel des Kehlkopfes sind nicht von Wrisberg entdeckt worden und können deshalb nicht nach ihm benannt werden. Eine posthume Prioritätsreklamation. Arch. f. Laryngol. und Rhinol., Bd. 2, p. 274 bis 278. (Vortrag vom 10. Nov. 1894.) Berlin 1895.

Francaviglia, Mario Condorelli (*94*), Notizie anatomiche sul Bradypus tridactylus L. var. ustus Lesson. Con 1 Tav. Ist. zool. d. R. Univ. di Roma diretto dal Prof. A. Caruccio. Bull. soc. Roman. per gli studi zool. Vol. 3, anno 3. 38 p. 1894.

Frankenhäuser, Konstantin (*79*), Untersuchungen über den Bau der Tracheobronchialschleimhaut. Diss. von Dorpat. 120 p. 1 Tafel. St. Petersburg 1879.

Frey, H. (*76*), Handbuch der Histologie und Histochemie des Menschen. 5. Aufl., Leipzig (W. Engelmann), 1876.

Frey, H. (*81* und *86*), Das Mikroskop und die mikroskopische Technik. 7. Aufl. 1881, 8. Aufl. 1886. Leipzig (Engelmann).

Friedreich (*59*), Über die Struktur von Zylinder- und Flimmerepithelien. Amtlicher Bericht über die 34. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Karlsruhe im September 1858, p. 203—205. Karlsruhe 1859.

Friedrich, E. P. (*96*), Die elastischen Fasern im Kehlkopfe. Arch. f. Laryngol. u. Rhinol., Bd. 4, p. 184—209. 7 Taf. 1896.
Fuchs-Wolfring, Sophie (*98*). Über den feineren Bau der Drüsen des Kehlkopfes und der Luftröhre. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 52, H. 4, p. 735—762. 1 Taf. 1898.
Fuchs-Wolfring, Sophie (*99*), Nachträgliche Bemerkungen zu meiner Abhandlung: „Über den feineren Bau der Drüsen des Kehlkopfes etc." Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 54, H. 1, p. 84—87, 1899.
Fürbringer, Max (*75*), Beitrag zur Kenntnis der Kehlkopfmuskulatur. Inaug.-Diss., Erlangen. 119 S. Jena 1875.
Fürbringer, Max (*88*), Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel, zugleich ein Beitrag zur Anatomie der Stütz- und Bewegungsorgane. Amsterdam 1888.
Funke (*55* u. *57*), Lehrbuch der Physiologie. Leipzig, Bd. 1, 1855, Bd. 2, 1857 (4. Aufl. von Wagners Lehrbuch der Physiologie).
Fusari, Romeo (*94*), Terminaisons nerveuses dans divers épithéliums. (Note lue à l'Académie des sciences naturelles et médicales de Ferrare dans la séance du 28. Mai 1893). Arch. ital. de biol., Vol. 20, p. 279—287, 1894.

Gage, S. H. (*94*), The respiratory Mechanism of the Lamprey (Petromyzon). (Abst.) Pr. Amer. Assoc. Advancem. of Sc., 42. Meeting 1893, p. 231. Salem 1894.
Gage, S. H. (*00*), Development of the Lungs in the common toad Bufo lentiginosus and in the tree toads (Hyla pickeringii and Hyla versicolor.) Science. New Ser., Vol. 12, July-Dec. 1900, No. 295, p. 305. New York 1900.
Galenus, Claudius (*1679*), De usu partium. Hippocratis et Galeni opera edid. Paris (R. Charterius), 1679.
Ganghoffer, F. (*80/81*), Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Kehlkopfes. Zeitschr. f. Heilk., Bd. 1, p. 187—206. Mit 2 Taf. Prag 1880; Bd. 2, p. 400—416. Mit 2 Taf. Prag 1881.
Garrod, A. H. (*76*), On the Anatomy of Chauna derbiana, and on the Systematic Position of the Screamers (Palamedeidae). Proc. of the Zool. Soc. of London, p. 189—200, 1876.
Garrod, A. H. (*79a*), Notes on Points in the Anatomy of de Hoatzin (Opisthocomus cristatus). Proc. of the Zool. Soc. of London, p. 109—114. 2 Holzschnitte im Text. 1879.
Garrod, A. H. (*79b*), On the Conformation of the Thoracic Extremity of the Trachea in the Class Aves. Part 1. The Gallinae. Proc. of the Zool. Soc. of London, p. 354—380. 35 Holzschnitte im Text. 1879.
Garrod, A. H. (*79c*), Note on the Mechanism of Respiration as well of the Retraction of the Head and Limbs in certain Chelonia. Proc. of the Zool. Soc. of London, p. 649—650, 1879.
Garten, Siegfried (*95*), Die Interzellularbrücken der Epithelien und ihre Funktion. Arch. f. Anat., physiol. Abt., H. 5/6, p. 401—432. 2 Taf. Jahrg. 1895.
Gault (*05*), Recherches sur l'anatomie fine des régions glottique et sousglottique du larynx de l'homme. Compt. rend. soc. biol., T. 58, No. 15, p. 733—734, 1905.
Gaupp, E. (*96*), Zur Lehre von dem Atmungsmechanismus beim Frosch. Arch. f. Anat. und Physiol., anat. Abt., p. 239—268. Mit 6 Fig. 1896.
Gaupp, Ernst (*01*), A. Eckers und R. Wiedersheims Anatomie des Frosches. Auf Grund eigener Untersuchungen durchaus neu bearbeitet. 3. Abt., 1. Hälfte. Lehre von den Eingeweiden (D. Organa respiratoria, p. 164—205). 438 p. mit 95 Abb. Braunschweig 1901.
Gedhoft, V. (*00*), Zur Anatomie der Atmungsorgane bei Kindern. Diss., St. Petersburg. 180 p. 1 Taf. 1900 (russisch; berücks. nach dem Ref. von Geberg in Schwalbes Jahresber.).
Gegenbaur, C. (*63*), Über Drüsenzellen in der Lungenschleimhaut bei Amphibien. Arch. f. Anat., p. 157—163, 1863.
Gegenbaur, Carl (*92*), Die Epiglottis. Vergleichend-anatomische Studie. Festschrift für A. v. Kölliker. Fol. 69 p. Mit 2 Taf. u. 15 Abb. im Text. Leipzig (Wilhelm Engelmann) 1892.
Gegenbaur, Carl (*01*), Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere, mit Berücksichtigung der Wirbellosen, Bd. 2. 696 p. Mit 355 Fig. im Text. Leipzig 1901. (Atmungsorgane der Wirbeltiere, p. 215—324.)
George, M. (*75*), Monographie anatomique des mammifères du genre Daman. Annal. des scienc. nat. Zoologie, année 47 (Sér. 6, T. 1). 252 p. mit 7 Taf. 1875.
Gerhardt, C. (*60*), Die gelben Flecken der Stimmbänder. Arch. f. pathol. Anat. u. Phys., Bd. 19, p. 435—438, 1860.

Gerlach, August (*00*), Zur Anatomie des Cavum laryngis des Menschen. Anat. Hefte, Abt. 1, Arb. a. anat. Instit., H. 46 (Bd. 14, H. 3), p. 559—595. 6 Taf. 1900.
Gerlach, J. (*49*), Handbuch der allgemeinen und speziellen Gewebelehre, 1. Aufl., 1849.
Giacomini, C. (*92*), Annotations sur l'anatomie du Nègre, 5. mém. Arch. ital. de biologie, T. 17, p. 337—371. 1 pl. et fig. 1892.
Giacomini, Carlo (*97*), La „plica semilunaris", e la laringe nelle scimmie anthropomorfe. Giorn. della R. Accad. di medicina di Torino, Anno 60 (ser. 4, Vol. 3), p. 649—672. 2 Taf. Torino 1897.
Giacomini, E. (*00a*), Sulla struttura delle branchie dei Petromizonti. (Rendic. Unione Zool. Bologna.) Monit. Zool. Ital., Anno 11, Suppl., p. 9—10, 1900.
Giacomini, E. (*00b*), Sulla struttura delle branchie dei Petromizonti. Ann. d. Facoltà di Med. d. Accad. med. chirurg. di Perugia, Vol. 12, Fasc. 3/4, p. 221—233, 1900 (vergl. auch das Referat in Arch. ital. de biol., T. 36, p. 342—343, 1901).
Giannelli, Luigi (*02*), Sullo sviluppo del pancreas e delle ghiandole intraparietali del tubo digestivo negli Anfibii urodeli (gen. Triton), con qualche accenno allo sviluppo del fegato e dei polmoni. Arch. ital. di anat. e di embryol., Vol. 1, p. 393—447. Con 4 tav. Firenze 1902.
Göppert, E. (*94a*), Über die Herkunft des Wrisbergschen Knorpels. Ein Beitrag zur vergleichenden Anatomie des Säugetierkehlkopfes. Morphol. Jahrb., Bd. 21, p. 68—151. Mit 2 Taf. und 13 Textfig. 1894.
Göppert, E. (*94b*), Die Kehlkopfmuskulatur der Amphibien. Morphol. Jahrb., Bd. 22, p. 1—78. 2 Taf. und 9 Fig. im Text. 1894.
Göppert, E. (*98*), Der Kehlkopf der Amphibien und Reptilien. Morphol. Jahrb., Bd. 26, H. 2, p. 282—329. 4 Taf. u. 5 Fig. 1898.
Göppert, E. (*99*), Der Kehlkopf der Amphibien und Reptilien. Teil 2: Reptilien. Morphol. Jahrb., Bd. 28, H. 1, p. 1—27. 2 Taf. 1899.
Göppert, E. (*01*), Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Kehlkopfes und seiner Umgebung, mit besonderer Berücksichtigung der Monotremen. Zool. Forschungsreisen in Australien und dem malayischen Arch. von R. Semon, Bd. 3, p. 533—634. 4 Taf. u. 53 Fig. 1901.
Göppert, E. (*02*), Die Entwicklung des Mundes und der Mundhöhle mit Drüsen und Zunge; die Entwicklung der Schwimmblase, der Lunge und des Kehlkopfes bei den Wirbeltieren in O. Hertwigs Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere (Lief. 6—8). Bd. 2, 1, p. 1—108. Jena 1902.
Göppert, E. (*04*), Der Kehlkopf von Protopterus annectens (Owen). Anatomische Untersuchung. Denkschr. d. med.-naturw. Gesellsch. Jena, Bd. 11, p. 115—132 (Festschr. z. 70. Geburtst. v. E. Haeckel). 1 Taf. u. 5 Fig. 1904.
Götte, A. (*75*), Die Entwicklungsgeschichte der Unke. Mit Atlas. Leipzig 1875.
Götte, A. (*01*), Über die Kiemen der Fische. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 69, p. 533—577. 4 Taf. u. 1 Fig. 1901.
Götte, A. (*04*), Über den Ursprung der Lungen. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. u. Ontog., Bd. 21, H. 1, p. 141—160. Mit 6 Abb. 1904.
Goggio, E. (*03*), Sull' abbozzo e sul primo sviluppo del polmone nel Discoglossus pictus. Atti soc. Toscana sc. resident. Pisa (Memorie), Vol. 19, 1903.
Graff, Karl (*80*), Lehrbuch der Gewebe und Organe der Haussäugetiere. 185 p. Jena 1880.
Grancher, J. (*77*), Note sur les lymphatiques du poumon. Gaz. méd. de Paris, No. 9, p. 103—105, 1877.
Grancher, J. (*90*), Maladies de l'appareil respiratoire. Paris (Doin) 1890.
Greil, Alfred (*04*), Über die sechsten Schlundspalten der Amphibien und deren Beziehungen zu den suprapericardialen (postbranchialen) Körpern. Verh. d. Anat. Ges. 18. Vers. in Jena 1904, p. 136—138. Mit 1 Abb. 1904.
Greil, Alfred (*05*), Bemerkungen zur Frage nach dem Ursprung der Lungen. Anat. Anz., Bd. 26, p. 625—632. Mit 5 Abb. 1905.
Griffini, L. (*75*), Contribuzione alla patologia generale dell tessuto epitelico cilindrico. Osservatore delle cliniche di Torino, Vol. 11. 14 p. 1875.
Grigorian, Constantin (*00*), Beitrag zur Kenntnis der Luftatmungsorgane der Labyrinthici und der Ophiocephaliden. Zool. Anz., Bd. 23, No. 611, p. 161—170. Mit 6 Fig. 1900.
Grober, Jul. A. (*99*), Über die Atmungsinnervation der Vögel. 8 Fig. Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. 76, H. 9/10, p. 427—469, 1899 und Inaug.-Diss., Jena 1899.
Grönberg (*94*), Zur Anatomie der Pipa americana. II.: Verdauungs-, Respirations- und Urogenitalorgane samt Nervensystem. Zool. Jahrb., Abt. f. Anatomie, Bd. 7, p. 629—646. 2 Taf. 1894.
Grosser, O. (*00a*), Zur Anatomie der Nasenhöhle und des Rachens der einheimischen Chiropteren. Morph. Jahrb., Bd. 29, p. 1—77. Mit 3 Taf. u. 24 Textfig. 1900.

Grosser, O. (*00 b*), Die gegenseitigen Beziehungen zwischen Pharynx und Larynx bei den Säugern. Zentralbl. f. Physiol., Bd. 14, No. 19, p. 511—512 (Verhandl. der Morphol.-Physiol. Ges. Wien) 1900.

Grouven, Carl (*95*), Über die eosinophilen Leukocyten der Schleimhaut des Respirationstraktus. Inaug.-Diss., Bonn. 39 p. 1895.

Gruber, W. (*76*), Monographie über das Corpusculum triticeum und über die accidentelle Muskulatur der Ligamenta hyothyreoidea lateralia. (Nebst einem Anhange mit Bemerkungen über die „Musculi thyreodei marginales inferiores", Gruber). Mémoires de l'Académie impériale des sciences de St. Pétersbourg, 7. Sér., T. 23, No. 2. 52 p. 3 Taf. 1876.

Günther, A. (*68*), Contribution to the Anatomy of Hatteria. In: Philos. Transact. of the Royal Soc. of London, Vol. 157, p. 595—629, for the year 1867. London 1868.

Günther, A. (*72*), Description of Ceratodus. Philos. Transact. of the Royal Soc. of London, Vol. 161, p. 511—571, for the year 1871. London 1872.

Günsburg, F. (*45*), Bemerkungen über einen wichtigen Sekretionsherd der Elemente des Auswurfs. Arch. f. physiol. Heilkunde, 4. Jahrg., p. 128—136. Stuttgart 1845.

Guerrini, Guido (*98*), Sugli elementi elastici delle vie respiratorie superiori. Con 1 tav. Intern. Monatsschr. Anat. u. Physiol„ Bd. 15, H. 1, p. 25—31; H. 2, p. 33—69, 1898.

Guieysse, A. (*98*), Sur quelques points d'anatomie des muscles des l'appareil respiratoire. Journ. de l'Anat. et de la Physiol. norm. et path., Année 34, p. 419—432. 5 fig. 1898.

Guillot, Natalis (*46*), Untersuchungen über den Respirationsapparat der Vögel. In: Fror. Neue Not., Bd. 37. No. 810, p. 273—276. (No. 18 des Bd. 37). 1846.

Guillot, Natalis (*46 b*), Mémoire sur l'appareil de la respiration dans les oiseaux. Annal. d. sc. nat. 3. Sér. Zool., T. 5, p. 25, 1846.

Gurlt, E. F. (*44*), Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haussäugetiere. Bd. 2 (Splanchnologie, Angiologie, Neurologie, Sinnesorgane), 3. Aufl. Berlin 1844.

Häcker, Valentin (*98*), Über den unteren Kehlkopf der Singvögel. Anat. Anz., Bd. 14, No. 21, p. 521—532. 5 Fig. 1898.

Häcker, Valentin (*00*), Der Gesang der Vögel, seine anatomischen und biologischen Grundlagen. 102 p. 13 Fig. Jena (G. Fischer) 1900.

Halbertsma, H. J. (*61*), De lamina mediana cartilaginis thyreoideae. Verslagen en Mededeelingen d. k. Akad. van Wetenschappen. Afdeeling Natuurkunde, Deel 11, p. 350—359. Mit 1 Taf. Amsterdam 1861.

Hall, Radclyffe C. (*57*), On the epithelium of the air-vesicles of the human lung. Brit. and foreign medico-chirurg. review, July, p. 204—210. Mit Abb. 1857.

Hammar, J. A. (*02*), Studien über die Entwicklung des Vorderdarmes und einiger angrenzender Organe. I. Abteil.: Allgemeine Morphologie der Schlundspalten beim Menschen. Entwicklung des Mittelohrraumes und des äußeren Gehörganges. Arch. f. mikrosk. Anat. u. Entw., Bd. 59, H. 4, p. 471—628. Mit 4 Taf. 1902.

Hammarsten, Olof. (*04*), Lehrbuch der physiologischen Chemie. 5. Aufl. 715 p. 1 Taf. Wiesbaden 1904.

Hansemann, David (*95*), Über die Poren der normalen Lungenalveolen. Sitzungsber. d. Preuß. Akad. d. Wiss., p. 999—1001. 1 Taf. 1895. (Math. u. naturw. Mitt. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss., H. 9, p. 451—454, 1895.)

Hansemann, David (*99*), Untersuchungen über die Entwicklung der Morgagnischen Taschen. 1 Taf. Arch. f. Laryngol. u. Rhinol., Bd. 9, H. 1, p. 81—85, 1899.

Hansemann, David (*00 a*), Über die Alveolenporen der Lunge und Herrn v. Ebners Zweifel an ihrer Existenz. Verhandl. Physiol. Ges. Berlin (Arch. f. Anat. u. Physiol., Jahrg. 1900, Physiol. Abteil., H. 1/2, p. 165), Sitz. am 24. Nov. 1899. Berlin 1900.

Hansemann, David (*00 b*), Über Victor von Ebners Zweifel an der Existenz normaler Poren zwischen den Lungenalveolen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 55, p. 337—340, 1900.

Hansen, Fr. C. C. (*99*), Über die Genese einiger Bindegewebsgrundsubstanzen. Anat. Anz., Bd. 16, p. 417—438. Mit 13 Abb. 1899.

Hansen, Fr. C. C. (*00*), Undersøgelser over Bindegevaevsgruppen. I. Del: Den Hyaline Bruskgrundsubstans. 240 p. 3 Taf. København 1900.

Hardiviller, A. de (*96 a*), La ramification bronchique chez le lapin. Bibliogr. anatom., T. 4, p. 194—198. Mit 4 Fig. 1896.

Hardiviller, A. de (*96 b*), Développement de la ramification bronchique et bronches éparterielles chez les mammifères. Compt. rend. de la soc. de biol. Paris, Année 48 (Sér. 10, T. 3), p. 1095—1097, 1896.

Hardiviller, A. de (*97 a*), Les bronches éparterielles chez les mammifères et spécialement chez l'homme. Compt. rend. de l'acad. sc., T. 125, No. 5, p. 315—319. Avec 3 fig. 1897.

Hardiviller, A. de (*97b*), La ramification bronchique chez le lapin (suite). Bibliogr. anat., Année 5, No. 1, p. 17—31. Avec 6 fig. 1897.

Hardiviller, A. de (*97c*), Homologation des bronches des poumons de lapin. Bibliogr. anat., Année 5, p. 32—39, 1897.

Hardiviller, A. de (*97d*), Origines des bronches lobaires du mouton. Compt. rend. de la soc. de biol., Année 49 (Sér. 10, T. 4), p. 1002—1003, 1897 und Bibliogr. anat., T. 5, p. 276—277, 1897.

Hardiviller, A. de (*97e*), Développement des bronches principales chez le mouton. Compt. rend. soc. de biol., Année 49 (Sér. 10, T. 4), p. 1040—1042 (suite). Avec une pl. 1054—1057. Avec 3 fig. 1897.

Hardiviller, A. de (*97f*), Développement et homologation des bronches principales chez les Mammifères (lapin). Thèse méd. de Lille. 79 p. 25 fig. Nancy (Impr. Berger-Levrault & Co.) 1897.

Hasse, C. (*91*), Der Bau der Lunge des Menschen, bedingt durch die Bewegung der Brustwände bei der Atmung. Verhandlungen des 10. internat. mediz. Kongresses. Berlin 1890. Bd. II, Abt. 1: Anatomie, p. 52—53. Berlin 1891.

Hasse, C. (*92*), Über den Bau der menschlichen Lungen. Arch. f. Anat. u. Phys., Anat. Abt., Jahrg. 1892, H. 5/6, p. 324—345.

Haycraft, J. Berry and **Carlier, E. W.** (*90a*), Note on the transformation of ciliated into stratified squamous epithelium as a result of the application of friction. Quart. journ. of micr. science, Vol. 30, p. 519—522. 1 Taf. 1890.

Haycraft, J. B. und **Carlier, E. W.** (*90b*), Über die Verwandlung von Wimper- oder Flimmerepithel in mehrschichtiges Plattenepithel. Zentralbl. f. Physiol., Bd. 3, p. 221—222. Literatur 1889. Leipzig und Wien 1890.

Heale, J. N. (*62*), A treatise of the physiological anatomy of the lungs. 84 p. Mit Abb. London 1862.

Heiberg, H. (*72*), Et åbent Saftkanalsystem i Slimhinderne. Nordiskt Med. Arkiv, Bd. 4 (No. 6). 6 p. 1 Taf. 1872.

Heidenhain, R. (*80*), Physiologie der Absonderungsvorgänge. Handbuch d. Physiol. von L. Hermann, Bd. 5, p. 1—420. 88 Fig. im Text. 1880.

Heitler, M. (*74*), Über das Vorkommen von adenoider Substanz in der menschlichen Kehlkopfschleimhaut. Wiener med. Jahrb., p. 374—376, 1874.

Heitzmann, C. (*83*), Mikroskopische Morphologie des Tierkörpers im gesunden und kranken Zustande. 8°. 876 p. 380 Holzschn. Wien (Braumüller) 1883.

Heller, Rich. und **Schrötter, Herm. v.** (*97*), Die Carina tracheae. Ein Beitrag zur Kenntnis der Bifurkation der Luftröhre, nebst vergleichend-anatomischen Bemerkungen über den Bau derselben. Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., Bd. 64, p. 397—438. 5 Taf., 38 Textfig. Auch Sep.: Wien (C. Gerolds Sohn in Komm.) 1897.

Hempstead, Marguerite (*00*), Development of the Lungs in the Frogs, Rana catesbiana, R. silvatica and R. virescens. Science, N. S., Vol. 12, No. 295, p. 309, 1900.

Henke, R. (*99*), Zur Morphologie der Epiglottis. Ihre Varietäten und Anomalien im Spiegelbilde. I. Die nicht pathologisch veränderte Epiglottis. II. Die pathologisch veränderte Epiglottis. Monatsschr. f. Ohrenheilk., Jahrg. 33, p. 279—294 und p. 336—359. Mit 2 Taf. Berlin 1899.

Henle, J. (*37*), Symbolae ad anatomiam villorum intestinalium imprimis eorum epithelii et vasorum lacteorum. Commentatio academica. Cum tab. lith. 1. 4°. Berolini 1837.

Henle, J. (*38*), Über die Ausbreitung des Epitheliums im menschlichen Körper. Arch. f. Anat., Physiol. etc., p. 103—128, Jahrgang 1838.

Henle, J. (*39*), Vergleichend-anatomische Beschreibung des Kehlkopfes, mit besonderer Berücksichtigung des Kehlkopfes der Reptilien. 83 p. 4°. Mit 5 Kupfertafeln. Leipzig (L. Voss) 1839.

Henle, J. (*62—66*), Handbuch der Eingeweidelehre des Menschen. Braunschweig 1862—66.

Henle, J. (*73*), Handbuch der Anatomie des Menschen. Bd. 2: Eingeweidelehre. 2. Aufl. Braunschweig (Vieweg & S.) 1873.

Hepburn, David (*96*), Halichoerus Grypus, the Grey Seal, Observation on its external Appearances and visceral Anatomy. (Contin.) Journ. of Anat. and Physiol., Vol. 30 (N. S., Vol. 10), p. 413—419 u. p. 488—501, 1896.

Hering (*60*), Notizen zur Anatomie der Boa constrictor. In: Jahreshefte des Vereins für vaterl. Naturkunde in Württemberg, Jahrg. 16, p. 103—105. Stuttgart 1860.

Hermann, L. (*79—83*), Handbuch der Physiologie. 6 Teile in 12 Bänden (Atmung in Bd. 4, Teil 2, 1882), 1879—83.

Hertz, H. (*63*), Zur Histologie des Lungengewebes. Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol., Bd. 26, p. 459—474. Taf. 11, Fig. 1—4. 1863.

Hessling, Th. v. (*66*), Grundzüge der allgemeinen und speziellen Gewebelehre des Menschen. Leipzig 1866.

Heymann, P. (*89*), Die Anordnung der Drüsen am Stimmbande. Verh. d. Naturforschervers. zu Heidelberg, p. 569, 1889.

Heymann, P. (*90*), Was nennen wir wahres Stimmmband? Deutsche med. Wochenschrift, p. 68, 1890.

Heymann, P. (*95a*), Über Schleimhautleisten am wahren Stimmbande. 2. Vers. süddeutscher Laryngol., 4. Juni 1895. München. med. Wochenschr., No. 29, 1895.

Heymann, P. (*95b*), Über die am Rande des wahren Stimmbandes vorkommenden Schleimhautleisten. Wien. klin. Rundschau, p. 449—451, 1895.

Heymann, P. (*98*), Histologie der Schleimhaut des Kehlkopfes und der Luftröhre. In: Handbuch der Laryngol. u. Rhinol., Bd. 1, 1. Hälfte, p. 134—164. Mit 6 Abb. Wien 1898.

Heymann, R. (*89*), Beitrag zur Kenntnis des Epithels und der Drüsen des menschlichen Kehlkopfes im gesunden und im kranken Zustande. Virchows Arch., Bd. 118, p. 320—348. 2 Taf. 1889.

Hildebrandt (*32*), Handbuch der Anatomie des Menschen. 4. Aufl. Bearbeitet von E. H. Weber. Braunschweig 1832.

Hirschmann, H. (*66*), Zur Lehre über den feineren Bau des Lungenparenchyms bei Säugetieren. Arch. f. path. Anat. u. Physiol., Bd. 36, p. 335—341. Taf. 9. Mit einem Nachtrag von N. Chrzonszczewsky 1866.

His, W. (*63*), Über die Wurzeln der Lymphgefäße in den Häuten des Körpers und über die Theorien der Lymphbildung. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 12, p. 223—254. Taf. 24. 1863.

His, W. (*80—85*), Anatomie menschlicher Embryonen. Text und Atlas. Leipzig 1880 (1880—1885).

His, W. (*87*), Zur Bildungsgeschichte der Lungen beim menschlichen Embryo. Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt., Jahrg. 1887, p. 89—104. Mit 2 Taf. 1887.

His, W. (*95*), Die anatomische Nomenklatur. Nomina anatomica. Verzeichnis der von der Kommission der anatomischen Gesellschaft festgestellten Namen. Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt., Suppl.-Bd. 180 p. 30 Abb. im Text u. 2 Taf. 1895.

Hochstetter, Ferd. (*95*), Über den Kehlkopf. Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwiss. Kenntnisse in Wien, 1894/95, Bd. 35, p. 475. Mit 6 Abb. Wien 1895.

Hoffmann, C. K. siehe **Bronn** (*unvoll.*).

Hoffmann, F. A. und **Langerhans, P.** (*69*), Über den Verbleib des in die Zirkulation eingeführten Zinnobers. Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol., Bd. 48, p. 303—325, 1869.

Hoffmann, Th. (*75*), Die Lungenlymphgefäße der Rana temporaria. Inaug.-Diss., Dorpat 1875. 1 Taf. 54 p.

Home, E. A. (*1802a*), Description of the Anatomy of Ornithorhynchus paradoxus. Philos. Transact. of the Royal Soc. of London, p. 67—84. 3 Taf. 1802.

Home, E. (*1802b*), Description of the Anatomy of the Echidna hystrix. Philos. Transact. of the Royal Soc. of London, p. 348—364. Mit 3 Taf. 1802.

Hopkins, G. S. (*92*), On the Digestive Tract of some North American Ganoids. Abstract in Proc. of the Americ. Assoc. to the Adv. of Scienc. for the forty-first Meeting held at Rochester, Vol. 41, p. 197—198. Salem 1892.

Howes, G. B. (*79*), On some points in the anatomy of the porpoise (Phocaena communis). Journ. of Anat. and Physiol., Vol. 14, p. 467—474. Mit 1 Taf. 1879.

Howes, G. B. (*87*), On a hitherto unrecognized feature in the larynx of the anurous Amphibia. Proc. of the Zool. Soc., p. 49—501, 1887.

Howes, G. B. (*89a*), Rabbit with an intranarial epiglottis, with a suggestion concerning the phylogeny of the Mammalian respiratory apparatus. Journ. of anat. and physiol., Vol. 23, P. 2, p. 263—272. 1 Abb. im Text. 1889.

Howes, G. B. (*89b*), Additional observations upon the intra-narial epiglottis. Journ. of anat. and physiol., Vol. 23, p. 587—597, 1889.

Hoyer, H. (*90*), Über den Nachweis des Mucins in Geweben mittelst der Färbemethode. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 36, p. 310—374. Bonn 1890.

Hüfner, G. (*92*), Zur physikalischen Chemie der Schwimmblasengase. Arch. f. Anat. u. Physiol., Physiol. Abt., Jahrg. 1892 [zit. nach Jacobs (*98*)].

Hunter, John (*1774*), An account of certain receptacles of air in Birds, which communicate with the lungs, and are lodged both among the fleshy parts and in the hollowbones of those animals. In: Philos. Transact, Vol. 64, p. 205—213. London 1774.

Hunter, J. (*1787*), Observations on Structure and Oeconomy of Whales. Philosophical Transactions of the R. Soc. of London, Vol. 77, p. 371—450. 8 Taf. 1787.

Huntington, G. S. (*98*), The eparterial bronchial System of the Mammalia. Science, N. S., Vol. 7, No. 172, p. 520—522, 1898.

Huntington, G. S. (*99*), The eparterial bronchial System of the Mammalia. 14 Taf. Annals New York Acad. Sc., Vol. 11, No. 8, p. 127—176 (May 17, 1898), 1899.
Hyrtl, Jos. (*44*), Berichtigungen über den Bau des Gefäßsystems von Hypochthon Laur. Jahrb. d. k. k. österreich. Staat., Bd. 48, p. 257, 1844 [zit. nach Oppel (*89*)].
Hyrtl, Jos. (*45*), Lepidosiren paradoxa. Monographie. Mit 5 Kupfertaf. 4°. Prag (Ehrlich) 1845.
Hyrtl, Jos. (*52*), Über die Schwimmblase von Lepidosteus osseus. Sitzungsber. Wien. Akad., math.-nat. Kl., Bd. 8, p. 71—72, 1852.
Hyrtl, Jos. (*65*), Cryptobranchus japonicus. 132 S. 14 Taf. Vindobonae 1865.

Jacobs, Chr. (*98*), Über die Schwimmblase der Fische. Inaug.-Diss., Tübingen 1898. 8°. 29 p. Mit 1 kol. Taf. (auch Tübinger Zool. Arb., Bd. 3).
Jacquemin, Emile (*35*), Über die Respiration bei den Vögeln. Fror. Not., Bd. 43, No. 944 (No. 20 des 43. Bd.), p. 309—311, 1835.
Jaeger, Alfred (*03*), Die Physiologie und Morphologie der Schwimmblase der Fische. Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. 94, H. 1/2, p. 65—138. 1 Taf. u. 2 Fig. 1903.
Jalan de la Croix, Nicolai (*83*), Die Entwicklung des Lungenepithels beim menschlichen Fötus und der Einfluß der Atmung auf dasselbe. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 22, p. 93—131. 1 Taf. 1883.
Jaquet, Maurice (*94*), Recherches sur la vessie natatoire des loches d'Europe. Rev. suisse de zool., et Annales du muséo d'histoire nat. de Genève, T. 2, p. 431—442. 1 pl. Genève 1894.
Jaquet, M. (*99*), Recherches sur l'anatomie et l'histologie du Silurus glanis. Arch. d. Sciences médic., T. 4. p. 177—188. Taf. IV. 1899.
Jobert (*77*), Recherches pour servir à l'histoire de la respiration chez les poissons. Annales des sciences naturelles. Sixième Série. Zoologie., T. 5, No. 8. 4 p. 1877 und Compt. rend., T. 84, No. 7, p. 309—310, 1877.
Joseph, Heinrich (*98*), Einige Bemerkungen zu F. Maurers Abhandlung: „Blutgefäße im Epithel". Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 52, H. 2, p. 167—176. 1 Taf. u. 1 Fig. im Text. 1898.
Joseph, Heinrich (*00*), Beiträge zur Histologie des Amphioxus. Arbeiten d. Zoolog. Instit. zu Wien, Bd. 12, Heft 2, 1900.
Justesen, P. Th. (*00*), Zur Entwicklung und Verzweigung des Bronchialbaumes der Säugetierlunge. Arch. f. mikrosk. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 56, p. 606—650. 4 Textfig. 1900.

Kahn, R. H. (*02*), Zur Lehre von der Atmung der Reptilien. Arch. f. Anat. u. Physiol., Physiol. Abt., p. 29—52. Mit 29 Textfig. 1902.
Kain, E. (*87*), Zur Morphologie der Wrisbergschen Knorpel. Mitteilungen d. Vereins der Ärzte in Steiermark, 23. Vereinsjahr, 1886, p. 36—40. Mit 1 Taf. Graz 1887.
Kallius, E. (*95*), Allgemeine Anatomie. Ergebnisse d. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 4, p. 1—18, 1894. Wiesbaden 1895.
Kallius, E. (*97*), Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Kehlkopfes. Anat. Hefte, Abt. 1, Bd. 9, p. 301—363. 3 Taf. Wiesbaden 1897.
Kallius, E. (*98*), Die Entwicklung des menschlichen Kehlkopfs. Verh. Anat. Ges., 12. Vers., p. 240—241, 1898.
Kandaraski, M. (*81*), Über die Nerven der Respirationswege. Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt., p. 1—11. Mit 2 Taf. 1881.
Kanthack, A. A. (*89a*), Beiträge zu der Histologie der Stimmbänder mit spezieller Berücksichtigung des Vorkommens von Drüsen und Papillen. Virchows Arch., Bd. 117, p. 531—544. 1 Taf. 1889.
Kanthack, A. A. (*89b*), Studien über die Histologie der Larynxschleimhaut. I. Die Schleimhaut des halbausgetragenen Fötus. Virchows Arch., Bd. 118, p. 137—147. 1 Taf. 1889.
Kanthack, A. A. (*89c*), Zur Histologie der Stimmbänder. Erwiderung usw. Virchows Arch., Bd. 118, p. 376—381, 1889.
Kanthack, A. A. (*90*), Studien über die Histologie der Larynxschleimhaut. II. Die Schleimhaut des neugeborenen Kindes etc. Virchows Arch., Bd, 119, p. 326—342 und Bd. 120, p. 273—293. Mit 2 Fig. 1890.
Kanthack, A. A. (*92*), The Myologie of the Larynx. The Journal of Anat. and Physiol., Vol. 26 (N. S. Vol. 6), p. 279—294, 1892.
Kanthack, A. A. (*93/94*), The Function and Anatomy of the Epiglottis. Proceed. Laryngolog. Soc. London, Vol. 1, p. 60, 1893/94.
Katzenstein, J. (*03*), Über die elastischen Fasern im Kehlkopfe mit besonderer Berücksichtigung der funktionellen Struktur und der Funktion der wahren und falschen Stimmlippe. Mit 2 Taf. Arch. f. Laryngol. u. Rhinol., Bd. 13, p. 329—352, 1903

Keith, Arthur (*03*), Contributions to the human mechanism of Respiration. Journ. of Anat. and Physiol., Vol. 37, Pt. 4, p. LII—LXII. 5 Fig. 1903.

Kerr, J. Graham (*00*), The external features in the development of Lepidosiren paradoxa Fitz. Philos. Transact. Roy. Soc. London, Serie B, Vol 192, p. 299—330. Pl. 8—12. 1900.

Kiamil, H. (*77*), Das Vorkommen der adenoiden Substanz im Kehldeckel. Mitteil. aus d. Wiener embryol. Instit., Bd. 1, p. 51—54, 1877(—1880).

Kiesow, F. (*02*), Sulla presenza di calici gustativi nella superficie linguale dell' epiglottide umana, con alcune riflessioni sugli stessi organi che si trovano nella mucosa della laringe (Nota prelim.) Giorn. Accad. med. Torino, Anno 65, No. 10/11, p. 485—488, 1902. (Berücksichtigt nach dem Ref. in Arch. ital. de biol., T. 38, Fasc. 2, p. 394—396. Turin 1902).

Klein, E. (*75*), The anatomy of the lymphatic system. II.: The Lung. 88 p. 6 Taf. London (Smith, Edler & Co.) 1875.

Klein, E. (*79*), Observations on the structure of cells and nuclei. Quarterly journal of microsc. science. New series, Bd. 19, p. 125—175. 1 Taf. London 1879.

Klein, E. (*86*), Grundzüge der Histologie (übersetzt von Kollmann). Leipzig 1886.

Klein, E. (*95*), Grundzüge der Histologie. Deutsch von A. Kollmann, 3. Aufl., XVI. 410 p., 194 Abb. Leipzig (E. Haberland) 1895.

Klein, E. and **Noble, Smith** (*80*), Atlas of histology. London (Smith, Edler & Co.) 1880.

Knauff (*67*), Das Pigment der Respirationsorgane. Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol., Bd. 39, p. 442—475. Taf. 10—11. 1867.

Kölliker, A. (*50*), Histologische Bemerkungen. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 2, p. 118—120 und 278—281, 1850.

Kölliker, A. (*50/54*), Mikroskopische Anatomie oder Gewebelehre des Menschen. Bd. 2: Spezielle Gewebelehre, 1. Hälfte Leipzig 1850; 2. Hälfte, 1. Abteilung: Von den Verdauungs- und Respirationsorganen, Leipzig 1852; 2. Abteilung, Leipzig 1854. Das Titelblatt der 2. Hälfte ist datiert 1854.

Kölliker, A. (*67*), Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 5. Aufl. 749 p. 524 Abb. Leipzig 1867.

Kölliker, A. (*79*), Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Tiere. Leipzig 1879.

Kölliker, A. (*80a*), Epithel der menschlichen Lungenalveolen. Sitzung der physik.-med. Ges. zu Würzburg, am 17. Jan. 1880. In: Verh. d. physik.-med. Ges. in Würzburg, Bd. 15, p. XII—XIII, 1881.

Kölliker, A. (*80b*), Weitere Mitteilungen über den Bau der menschlichen Lunge. Sitzungsber. der physik.-med. Ges. zu Würzburg, Sitzung vom 21. Februar 1880. In: Verh. d. physik.-med. Ges. in Würzburg, Bd. 15, p. XXIV—XXVI, 1881.

Kölliker, A. (*81*), Zur Kenntnis des Baues der Lunge des Menschen. Verh. d. physik.-med. Ges. zu Würzburg, N. F., Bd. 16, p. 1—24. 4 Taf. 1881.

Kölliker, A. (*99*), Erinnerungen aus meinem Leben. Leipzig 1899.

Königstein, Hans (*03a*), Notiz zu einer Cetaceenlunge (Delphinus delphis). Anat. Anz., Bd. 22, No. 23, p. 497—500. 2 Fig. 1903.

Königstein, Hans (*03b*), Die Funktion der Muskulatur der Amphibienlunge. 1. Anat. Teil. Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. 95. H. 11/12, p. 616—624. 1 Taf. 1903.

Koepke, K. (*99*), Über den Mechanismus der Expektoration. Inaug.-Diss., 30 p. Greifswald 1899.

Koerner, O. (*84a*), Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Physiologie des Kehlkopfes der Säugetiere und des Menschen. Abhandl. d. Senckenbergschen naturforschenden Ges., Bd. 13, p. 147—165. 1 Taf. Frankfurt a. M. 1884.

Koerner, O. (*84b*), Weitere Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Physiologie des Kehlkopfes. Abhandl. d. Senckenbergschen naturforschenden Ges., Bd. 13, p. 261—276. 1 Taf. Frankfurt a. M. 1884.

Koerner, O. (*84c*), Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Physiologie des Kehlkopfes der Säugetiere und des Menschen. Frankfurt a. M., Diesterweg. 4°. 1 Taf. 1884.

Köstlin, O. (*48* und *49*), Zur normalen und pathologischen Anatomie der Lungen: 1. Die Endigungen der Bronchien. Griesingers Arch. f. physiol. Heilkunde, 7. Jahrg., p. 286—294. Mit 1 Taf. Stuttgart 1848. 2. Fötaler Zustand, Kongestion und Atelektasie der Lungen. Ebenda, 8. Jahrg., p. 139—165. Mit 1 Taf. 1849.

Kolossow, A. (*98*), Eine Untersuchungsmethode des Epithelgewebes, besonders der Drüsenepithelien, und die erhaltenen Resultate. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 52, p. 1—43. Mit 3 Taf. 1898.

Konradi, Oscar de (*69*), Untersuchungen über den schwarzen Farbstoff der Lunge. Inaug.-Diss. Dorpat. 8°. 30 p. 1 Taf. 1869.

Koschlakoff (*66*), Zur Frage über die Entstehung des Pigments der Lungen. Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol., Bd. 35, p. 178—186. Taf. 6. 1866.

Kotzenberg, W. (*02*), Zur Entwicklung der Ringmuskelschicht an den Bronchien der Säugetiere. Arch. f. mikrosk. Anat. u. Entw., Bd. 60, H. 3, p. 460—468. 1 Taf. und 2 Fig. 1902.

Krause, C. F. Th. (*33*), Handbuch der menschlichen Anatomie. 1833.

Krause, C. F. Th. (*41—43*), Handbuch der menschlichen Anatomie. 2. Aufl. Hannover 1841/43.

Krause, C. F. Th. (*79* und *81*), Handbuch der menschlichen Anatomie. 3. Aufl. von W. Krause, 1879. Nachträge zur allgemeinen und mikroskopischen Anatomie. Hannover (Hahn) 1881.

Krause, W. (*67*), Referat über Colberg (*66*), Colberg (*63*) und Frey, Handbuch, 2. Aufl. (1867). Zeitschr. f. prakt. Heilkunde u. Medizinalwesen, Bd. 4, p. 156—163, 1867.

Krause, W. (*68*) siehe **Krause, W.** (*84*).

Krause, W. (*73*), Histologische Notizen. Mediz. Zentralbl., Bd. 11, No. 52, p. 817—819. 1873.

Krause, W. (*76*), Allgemeine und mikroskopische Anatomie. (Erster Band von: Handbuch der menschlichen Anatomie.) Hannover 1876.

Krause, W. (*81*) siehe **Krause, C. F. Th.** (*81*).

Krause, W. (*84*), Die Anatomie des Kaninchens, 1868. 2. Aufl. Leipzig 1884.

Kükenthal, Willy (*93*), Vergleichend-anatomische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Waltieren. Denkschr. d. mediz.-naturwiss. Gesellsch. in Jena, Bd. 3, H. 2, Kap. V: Bau und Entwicklung äußerer Organe. 5. Die Kehlfurchen und ihre Funktion, p. 312—317; 6. Die Lippen, p. 317—322. Jena 1893.

Küttner (*74*), Beitrag zu den Kreislaufverhältnissen in der Froschlunge. Virchows Archiv, Bd. 61, p. 21—43. 1 Taf. 1874.

Küttner (*75*), Die Abscheidung des indigschwefelsauren Natrons in den Geweben der Lunge. Med. Zentralbl., No. 41, p. 689—691, 1875.

Küttner (*76*), Studien über das Lungenepithel. Virchows Archiv, Bd. 66, p. 12—26. 2 Taf. 1876.

Küttner (*78*), Beitrag zur Kenntnis der Kreislaufsverhältnisse der Säugetiere. Virchows Archiv, Bd. 73, p. 476—523. 2 Taf. 1878.

Laguesse, E. (*01*), Trois Leçons sur la structure du poumon. Écho médical du Nord. Lille 1901.

Laguesse, E. et **d'Hardiviller, A.** (*98a*), Sur la topographie du lobule pulmonaire. Compt. rend. Soc. Biol.. Année 50, Sér. 10, T. 5, No. 18, p. 561—563. 1. Fig. Paris 1898.

Laguesse, E. et **d'Hardiviller, A.** (*98*b), Sur la topographie du lobule pulmonaire de l'homme. Bibliogr. anat., T. 6, p. 125—142. Mit 5 Fig. 1898.

Laguesse, E. et **d'Hardiviller, A.** (*99*), Bronchioles respiratoires et canaux alvéolaires. Compt. rend. de l'Assoc. des Anatomistes 1. session Paris 1899. Bibliogr. anat., Supplément 1899, p. 53—55, 1899.

Laguesse, E. et **d'Hardiviller, A.** (*00*), Présentation d'un acinus pulmonaire de l'homme. Compt. rend. du 5. congrès français de Méd. Lille 1899. 3 p. Lille 1900.

Laguesse, Gustave (*85*), Recherches sur le développement embryonaire de l'épithélium dans les voies aériennes. Thèse en méd. de Paris 1885. 107 p. 2 Taf.

Langerhans, P. (*73*), Untersuchungen über Petromyzon Planeri. Verh. d. nat. Ges. zu Freiburg i. B., Bd. 6. 115 p. mit 10 Taf. Freiburg i. B. (Troemer) 1873.

Langerhans, P. (*76*), Zur Anatomie des Amphioxus lanceolatus. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 12, p. 291—348. Taf. 12—15. 1876.

Launois, P. E. et **Morau, H.** (*92*), Manuel d'anatomie microscopique et d'histologie. Préface de M. Duval. 513 p. 180 Fig. Paris 1892.

Laurentius, A. (*1602*), Historia anatomica humani corporis. Paris 1600. Frankoforti 1602.

Lauth, E. A. (*35*),, Remarques sur la structure du larynx et de la trachée-artère. Mém. de l'Acad. royale de médec., T. 4, p. 95—116. Paris 1835.

Leche siehe **Bronn** (*unvoll.*).

Le Fort, Léon (*59*), Recherches sur l'anatomie du poumon chez l'homme. 130 p. 2 Taf. Paris 1859.

Lendenfeld, R. v. (*96*), Die physiologische Bedeutung der Lufträume bei den fliegenden Tieren. Biol. Zentralbl., Bd. XVI, p. 774—778, 1896.

Lendenfeld, R. v. (*97*), Zur physiologischen Bedeutung der Luftsäcke. Biol. Zentralblatt, Bd. 17, No. 12, p. 439—440, 1897.

Lenzi, L. (*98*), Sullo sviluppo del tessuto elastico nel polmone dell' uomo. Monit. zool. Ital., Ann. 9, No. 11, p. 213—220. Firenze 1898. (Estratto dalla Tesi di Laurea presentata e discussa dinanzi alla facoltà medica di Firenze, il 5. Luglio 1898.)

Lenzi, Luigi (*00*), A proposito un lavoro del Dott. P. Linser sul tessuto elastico del polmone. Monit. zool. ital. anno 11, p. 370—375, 1900.

Lereboullet, A. (*38*), Anatomie comparée de l'appareil respiratoire dans les animaux vertébrés. Thèse anatomie comparée, soutenue le 4. août 1838 pour obtenir le grade de docteur ès sciences. 4°. 156 p. 1 Taf. Straßburg 1838.

Leuckart, F. S. (*36*), Untersuchungen über die äußeren Kiemen der Embryonen von Rochen und Haien. 44 p. Mit 5 Taf. Stuttgart 1836.

Leydig, F. (*52*), Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Rochen und Haie. 127 p. 4 Taf. Leipzig 1852.

Leydig, F. (*53 a*), Anatomisch-histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien. Berlin, G. Reimer, (VI, 120 p.). Mit 4 Kpfrtaf. 1853.

Leydig, F. (*53 b*), Einige histologische Beobachtungen über den Schlammpeitzger (Cobitis fossilis) in: Arch. f. Anat. u. Physiol., p. 3—8. Jahrg., 1853.

Leydig, F. (*54 a*), Histologische Bemerkungen über Polypterus bichir. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool., Bd. 5, p. 40—74. Mit 2 Taf. 1854.

Leydig, F. (*54 b*), Kleinere Mitteilungen zur tierischen Gewebelehre. Arch. f. Anat., p. 296—348. Mit Taf. XII und XIII. Jahrg. 1854.

Leydig, F. (*57*), Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Tiere. 551 p. Frankfurt a. M. 1857.

Leydig, F. (*72*), Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier. 262 p. 12 Taf. Tübingen (Laupp) 1872.

Leydig (*77*), Die anuren Batrachier der deutschen Fauna. 164 S. 9 Taf. Bonn 1877.

Lindemann, A. (*69*), Über die Nerven der Kehlkopfschleimhaut. Zeitschr. f. ration. Med., 3. Reihe, Bd. 36, p. 148—163 (auch als Inaug.-Diss., Göttingen). Mit 1 Taf. 1869.

Linser, Paul (*00*), Über den Bau und die Entwicklung des elastischen Gewebes in der Lunge. Anatomische Hefte, H. 42/43 (Bd. 13, H. 2/3), p. 307—335. Wiesbaden 1900.

List, J. H. (*86*), Über Becherzellen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 27, p. 481—588. 6 Taf. 1886.

Livini, Ferd. (*96*), Intorno alla struttura della trachea. Monit. zool. ital., Anno 7, No. 3, p. 69—74; No. 5, p. 91—103; No. 8, p. 185—191, 1896.

Livini, F. (*97*), Intorno alla struttura della trachea. 1 Taf. Public. R. Ist. Studi super. di Sezione di Medizina e Chirurgia 21. 48 p. Firenze 1897. (Diese Arbeit dürfte inhaltlich, nach dem kurzen Referat Romitis in Schwalbes Jahresbericht zu schließen, im wesentlichen mit der vorhergehenden, von mir berücksichtigten übereinstimmen.)

Livini, F. (*98*), Sulla istogenesi della trachea. Communicaz. fatta all'Accad. medico-fisica Fiorentina il 9. Maggio 1898, in: Settimana medica dello Sperimentale, An. 52, No. 21, p. 250—251. Firenze 1898. In: Monitore zool. ital. Anno 9, p. 192—193, 1898.

Lönnberg, Einar (*96*), Notes on tailed Batrachians without Lungs. Zool. Anz., Bd. 19, No. 494, p. 33—37, 1896.

Lönnberg, Einar (*99*), Salamanders with and without lungs. Zool. Anz., Bd. 22, No. 604, p. 545—548, 1899.

Lönnberg, Einar (*02*), Zur Kenntnis des Kehlsackes beim Renntier. Anat. Anz., Bd. 21, No. 16/17, p. 467—474. 3 Fig. 1902.

Loisel, G. (*93*), Développement des fibres élastiques dans l'épiglotte et dans le ligament cervical. Compt. rend. de la soc. de biol., Série 9, T. 5, p. 797—798. Paris 1893.

Lott, Gustav (*73*) Über den feineren Bau und die physiologische Regeneration der Epithelien, insbesondere der geschichteten Pflasterepithelien. Untersuchungen aus dem Institute f. Physiol. u. Histol. in Graz, herausgegeben v. Rollett, H. 3, p. 266—294. 1 Taf. Leipzig 1873.

Lucas, Fred. A. (*94*), Note on the Air-sacs and Hollow-bones of Birds. Natur-Sc., Vol. 4, p. 36—37. Jan. 1894.

Lühe, M. (*00*), Über lungenlose Urodelen. Zusammenfassende Übersicht. Zool. Zentralbl., Jahrg. 7, No. 17/18, p. 577—581, 1900.

Lühe, M. (*01*), Der Bronchialbaum der Säugetiere. I.: Der Verzweigungstypus des Bronchialbaums (monopodisch oder dichotom?). Zool. Zentralbl., 8. Jahrg., No. 3/4. p. 73—85. 26. Febr. 1901.

Luschka, H. v. (*60*), Der Bandapparat der Santorinschen Knorpel des menschlichen Kehlkopfes. Zeitschr. f. rat. Med., 3. R., Bd. 11, p. 132—139. Taf. 3. 1860.

Luschka, H. v. (*63*), Die Anatomie des Menschen. Tübingen 1862/63.
Luschka, H. v. (*69a*), Die Schleimhaut des Cavum laryngis. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 5, p. 126—136. Mit Taf. 8. 1869.
Luschka, H. v. (*69b*), Die Muskulatur der Luftröhre des Menschen. Arch. f. Anat., p. 589—596. Taf. 14 B. 1869.
Luschka, H. v. (*71*), Der Kehlkopf des Menschen. 4°. 199 p. 10 Taf. Tübingen 1871.

Maas, Fr. (*90*), Zur Kenntnis des körnigen Pigments im menschlichen Körper. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 34, p. 452—510, 1890.
Macallum, A. B. (*84*), Alimentary canal, liver, pancreas and air-bladder of Amiurus catus. Proc. of the Canadian institute Toronto. New Series, Vol. 2, p. 387—417. 1. Taf. 1884.
Macallum, A. B. (*86*), The alimentary canal and pancreas of Acipenser, Amia and Lepidosteus. Journ. of anat. and physiol., Vol. 20, p. 604—636. 1 Taf. 1886.
Madarász, J. v. (*99*), Die Pneumatizität der Vögel und ihre Rolle beim Ziehen. Ornithol. Monatsber., Jahrg. 7, No. 10, p. 160—162. Okt. 1899.
Märtens, Max (*95*), Die Entwicklung des Knorpelgerüstes im Kehlkopf von Rana temporaria. Inaug.-Diss., 44 p., Göttingen 1895.
Märtens, Max (*97*), Die Entwicklung der Kehlkopfknorpel bei einigen unserer einheimischen anuren Amphibien. 1 Taf. Anat. Hefte, Abt. 1, Arb. a. anat. Inst., Bd. 9, p. 389—417. Wiesbaden 1897.
Märtens, Max (*98*), Die Entwicklung des Knorpelgerüstes im Kehlkopf unserer einheimischen anuren Amphibien. Verh. d. Anat. Ges., 12. Vers., p. 238—240, 1898.
Maggio, Ign. (*94*), La vesica natatoria considerata sotto l'aspetto della fisiologia e l'anatomia comparata. Cefalu, Tip. Gussio. 12 p. 1894.
Magnus, R. (*02*), Pharmakologie der Atemmechanik. Ergebnisse der Physiologie. II.: Bio- und Psychophysik, Bd. 1, p. 409—445, 1902.
Mall, F. (*91*), Das retikulierte Gewebe und seine Beziehungen zu den Bindegewebsfibrillen. Mit 1 Taf. Abhandlungen der mathematisch-physischen Klasse der Kgl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften, Bd. 17, p. 299—338. Leipzig, 1891.
Mall, F. (*96*), Reticulated tissue, and its relation to the connective tissue fibrils. From the Johns Hopkins Hospital Reports, Vol. 1. Baltimore 1896.
Malpighius, Marcellus (*1661*), De Pulmonibus epistolae. I et II ad Borellium. Bonon. 1661. (Opera omnia, p. 133—144, Londini 1686.)
Mandl, Louis (*38—47* u. *48—57*), Anatomie microscopique. T. 1: Histologie. Paris 1838—47; T. 2: Histogenèse. Paris (J. B. Baillière) 1848—57.
Margó, Theodor (*95*), Studien über Ceratodus. Ein Beitrag zur Morphologie und Physiologie der Dipneusten. Mathem. u. naturwiss. Berichte aus Ungarn, Bd. 12, p. 195—207, 1895.
Masse, E. (*87*), La région sous-glottique du larynx. Montpellier médical, T. 9, No. 9, p. 401—409; Gazette médicale de Paris, Année 58, No. 45, p. 531—534, 1887 und Annales des maladies de l'oreille, du larynx etc., T. 13, No. 10, p. 487. Okt. 1887.
Masse, E. (*95*), La région sous-glottique du larynx. Atti d. XI. Congr. med. internaz. Roma 1894, Vol. 6, Laringol. p. 112—118. Mit 1 Fig. Torino 1895.
Maurer, F. (*84*), Ein Beitrag zur Kenntnis der Pseudobranchien der Knochenfische. Morphol. Jahrb., Bd. 9, p. 229—252. 2 Taf. 1884.
Maurer, F. (*88*), Die Kiemen und ihre Gefäße bei anuren und urodelen Amphibien und die Umbildungen der beiden ersten Arterienbogen bei Teleostiern. Morph. Jahrb., Bd. 14, p. 175—222. 2 Taf. und 4 Textfig. 1888.
Maurer, F. (*02*), Die Entwicklung des Darmsystems in O. Hertwigs Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere (Lief. 6—8), Bd. 2, 1, p. 109—252. Jena 1902.
Mayer, C. (*26*), Über die menschliche Stimme und Sprache. Arch. f. Anat. u. Physiol., p. 188—227, Jahrg. 1826.
Mayer (*32*), Beiträge zur Anatomie des Delphins. Tiedemanns Untersuchungen über die Natur, Bd. 5 (vierter Band), p. 111—133, 1832.
Mayer, A. F. J. C. (*35* und *39*), Analekten für vergleichende Anatomie. Erste Sammlung 95 p. 4°. Mit 7 Taf. Bonn 1835. Zweite Sammlung 72 p. Mit 1 Taf. Bonn 1839.
Mayer, C. (*52*), Über den Bau des Organs der Stimme bei dem Menschen, den Säugetieren und einigen größeren Vögeln, nebst physiologischen Bemerkungen. Nov. Act. Ac. Leop. Carol., Bd. 23, p. 659—766, 1852.
Mayer, P. (*94*), Über die vermeintliche Schwimmblase der Selachier. Mitteil. d. zool. Station in Neapel, Bd. 11, p. 475—478, Abbild. im Text. 1894.

Mayer, S. (*97*), Zur Lehre vom Flimmerepithel, insbesondere bei Amphibienlarven. Anat. Anz., Bd. 14, p. 69—81, 1897.

Mayr, J. (*00*), Über den histologischen Bau einiger Organe unserer Haustiere. Verh. d. Gesellsch. deutscher Naturf. u. Ärzte; 71. Vers., München 1899, Teil 2, 2. Hälfte, p. 634—635, 1900.

Masiarski, Stanislaw (*01 a*), Narząd oddechowy i zmysł powonienia in: Hoyer, Henrik sen., Podręcznik histologii ciała ludzkiego (Respirationsorgane und Geruchsinn, in: Hoyer, H. sen., Handbuch der Histologie des Menschen). Warszawa, p. 258—276. 1901.

Masiarski, Stanislaus (*01 b*), Über den Bau und die Einteilung der Drüsen. Anat. Hefte, H. 58 (Bd. 18, H. 1), p. 171—237. Mit 4 Taf. 1901.

Meckel, J. Fr. (*18* und *19*), Über das Respirationssystem der Reptilien, in: Meckels deutsch. Arch. f. Physiol., Bd. 4, p. 60—89, 1818; Bd. 5, p. 213—230. 1819.

Meckel, J. Fr. (*20*), Handbuch der menschlichen Anatomie. Halle und Berlin 1820.

Meckel, J. Fr. (*23*), Über die Luftwege des Schnabeltieres. Meckels deutsches Arch. f. Physiol., Bd. VIII, p. 596—598, 1823.

Meckel, J. Fr. (*26*), Ornithorhynchi paradoxi descriptio anatomica. Leipzig 1826.

Meckel, J. Fr. (*29*), System der vergleichenden Anatomie. 4. Teil. Halle 1829.

Meckel, J. Fr. (*33*), System der vergleichenden Anatomie. 6. Teil: Vergl. Anat. der Atmungs- und Stimmwerkzeuge. Halle 1833.

Melnikow-Raswedenkow, N. (*99*), Histologische Untersuchungen über das elastische Gewebe in normalen und in pathologisch veränderten Organen. Zieglers Beiträge zur pathol. Anat. u. allg. Pathol., Bd. 26, p. 589—590, 1899.

Merkel, Fr. (*93*), Respirationsapparat. Anat. Hefte, Abt. II: Ergebnisse, Bd. 2, 1892, p. 193—200. Wiesbaden 1893.

Merkel, Fr. (*94*), Respirationsapparat. Ergebnisse der Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 3 f. 1893, p. 274—280. Wiesbaden 1894.

Merkel, Fr. (*95*), Respirationsapparat. Ergebnisse der Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 4 f. 1894, p. 102—109. Wiesbaden 1895.

Merkel, Fr. (*96*), Respirationsapparat. Ergebnisse der Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 5 f. 1895, p. 127—128. Wiesbaden 1896.

Merkel, Fr. (*97*), Respirationsapparat. Ergebnisse der Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 6 f. 1896, p. 130—139. Wiesbaden 1897.

Merkel, Fr. (*99*), Handbuch der topographischen Anatomie, Bd. 2. Braunschweig 1899.

Merkel, Fr. (*02*), Atmungsorgane. K. v. Bardelebens Handbuch der Anatomie des Menschen, Lief. 9, Bd. 6, Abt. 1. 182 S. 89 Fig. Jena (G. Fischer) 1902.

Merrem, B. (*1783*), Über die Luftwerkzeuge der Vögel. Leipziger Magaz. f. Naturkunde, Mathematik und Ökonomie, Jahrg. 1783, p. 201—211.

Mettenheimer, C. (*66*), Über die Ablagerung des schwarzen Pigments in den Lungen und dem Lungenfell. Arch. f. Anat., p. 360—368. Taf. IX, B. 1866.

Meyer, Edmund (*01*), Über die Luftsäcke der Affen und die Kehlkopfdivertikel beim Menschen. Ein Beitrag zur vergleichenden Anatomie des Kehlkopfs. Arch. f. Laryngol. u. Rhinol., Bd. 12, H. 1, p. 1—26. 9 Taf. 1901.

Miall, L. C. and **Greenwood, F.** (*78*), The Anatomy of the Indian Elefant. The Journ. of Anatomy and Physiology, Vol. 13, p. 17—50. 4 Taf. 2 Holzschn. 1878.

Milani, A. (*94*), Beiträge zur Kenntnis der Reptilienlunge. (Aus dem Zoolog. Instit. in Gießen.) Zoolog. Jahrbücher, Abt. f. Anat. u. Ontogenie, Bd. 7, p. 545—592. 3 Taf. 1894.

Milani, A. (*97*), Beiträge zur Kenntnis der Reptilienlunge. 2. Teil. Zoolog. Jahrb., Abt. f. Anat., Bd. 10, p. 93—156. Mit 4 Taf. u. 19 Textfig. 1897.

Miller, W. S. (*92*), The Lobule of the Lung and its Bloodvessels. Anat. Anz., Jahrg. 7, p. 181—190. Mit 3 Fig. 1892.

Miller, W. S. (*93*), The Structure of the Lung. Journ. of Morph., Vol. 8, p. 165—188. 3 Taf. u. Abb. im Text. Boston 1893.

Miller, W. S. (*94*), A comparative Study of the Lung with special Reference to the Communication of one Air-sac with another. (Abstr.). Proc. Americ. Associat. Advancem. of Sc., 42. Meeting 1893, p. 232—233. Salem 1894.

Miller, W. S. (*96*), The Lymphatics of the Lung (prelimin. Paper). Anat. Anz., Bd. 12, No. 4/5, p. 110—114, 1896.

Miller, W. S. (*00 a*), Das Lungenläppchen, seine Blut- und Lymphgefäße. Arch. f. Anat. u. Physiol., Jahrg. 1900, Anat. Abt., p. 197—228. 3 Taf. u. 7 Fig. 1900.

Miller, W. S. (*00 b*), The Lung of Necturus maculatus. Bull. Univers. Wisconsin, No. 33, Science Ser., Vol. 2, No. 3, p. 205—210. 6 Taf. Madison, Wisconsin 1900.

Miller, W. S. (*02*), Anatomy of the lungs. Reference Handbook of the medical sciences, p. 575—586. Mit 22 Fig. im Text. 1902.

Miller, W. S. (*03*), The Lymphatics of the Lung of Necturus. American Journ. of Anat., Vol. 2, No. 2, p. VI (Proc. Assoc. American Anat. 1902), 1903.
Miller, W. S. (*04 a*), The Development of the Lung of Chrysemys picta. American Journ. of Anat., Vol. 3, No. 1, p. XV—XVI (Proc. Assoc. American Anat.), 1904.
Miller, W. S. (*04 b*), The carina tracheae of the domestic cat (Felis domestica). Anat. Anz., Bd. 25, p. 377—382. Mit 10 Fig. 1904.
Milne-Edwards, A. (*84*), Sur les sacs respiratoires du Calao Rhinoceros. Compt. rend. de l'Acad. d. sc. d. Paris, T. 99, p. 833—836, 1884.
Milne-Edwards, H. (*57*), Leçons sur la physiologie et l'Anatomie comparée de l'homme et des animaux. T. 1 et 2. Paris 1857.
Minot, S. (*92* und *94*), Human Embryology. New York 1892. Deutsche Ausgabe (Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen) mit Zusätzen des Verf. von S. Kaestner. 844 p. 463 Abb. Leipzig 1894.
Möller, Jörgen (*01*), Beiträge zur Kenntnis der Kehlkopfmuskulatur. Arch. f. Laryngol. u. Rhinol., Bd. 12, H. 2, p. 162—182, 1901.
Mörner, C. Th. (*89*), Chemische Studien über den Trachealknorpel. Skandinavisches Arch. f. Physiol., Bd. 1, p. 216—243. Mit 1 Taf. 1889.
Mojsisovics, August v. (*79*), Zur Kenntnis des afrikanischen Elefanten. Arch. f. Naturgeschichte, 45. Jahrg., p. 56—92. 3 Taf. 1879.
Moleschott, Jac. (*45*), De Malpighianis pulmonum vesiculis. 42 p. 1 Taf. Diss., Heidelberg 1845.
Moleschott, Jac. (*48*), Über die letzten Endigungen der feinsten Bronchien. Holländische Beiträge zu den anat. u. physiol. Wissenschaften, Bd. 1, p. 7—19, 1848.
Moleschott, Jac. (*60*), Ein Beitrag zur Kenntnis der glatten Muskeln. Untersuch. zur Naturlehre des Menschen und der Tiere, Bd. 6, p. 380—402, 1860.
Mondio, G. (*92*), Contributo allo studio delle terminazioni nervose nei polmoni dei batraci anuri, mercè la vitale colorazione del Blù di Metilene. Giornale dell' assoc. di medici e naturalisti, Anno 2, p. 358—367. Con 1 tav. Napoli 1891. (Referat in Arch. ital. de biologie, Vol. 17, p. 168—170. Torino 1892.)
Monro, Alexander (*1787*), Vergleichung des Baues und der Physiologie der Fische mit dem Bau des Menschen und der übrigen Tiere. Aus dem Englischen übersetzt durch J. G. Schneider. Mit 34 Taf. Leipzig 1787.
Moreau, Emile (*81*), Histoire naturelle des Poissons de la France, T. 1. Avec 220 Fig. Paris 1881.
Moreau, F. A. (*77*), Recherches physiologiques sur la vessie natatoire. Mém. de Physiol. Paris 1877 [zit. nach Jacobs (*98*)].
Morgagni, J. B. (*1712* u. *1740*), Nova institutionum medic. idea. Patavii, edita apud Coronam, 1712. Lugduni (Batavorum) 1740.
Morgagni, J. B. (*1723*), Adversar. anatomic. omn. Lugduni 1723 (zit. nach P. Heymann *98*).
Moroff, Theodor (*02*), Über die Entwicklung der Kiemen bei Knochenfischen. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 60, H. 3, p. 428—459. Mit 2 Taf. 1902.
Moroff, Theodor (*04*), Über die Entwicklung der Kiemen bei Fischen. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 64, H. 2, p. 189—213. Mit 2 Taf. 1904.
Morris, Charles (*92*), The Origin of Lungs, a Chapter in Evolution. The American Naturalist, Vol. 26, No. 312, p. 975—986. 1892.
Moser, Fanny (*02*), Beiträge zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte der Wirbeltierlunge (Amphibien, Reptilien, Vögel, Säuger). Arch. f. mikrosk. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 60, No. 4, p. 587—668. 4 Taf. u. 3 Fig. 1902.
Moser, Fanny (*03*), Beitrag zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte der Schwimmblase. (Vorläuf. Mitteil.) Anat. Anz., Bd. 23, p. 609—611, 1903.
Moser, Fanny (*04*), Beiträge zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte der Schwimmblase. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 63, H. 3, p. 532—574. 4 Taf. 1904.
Most, A. (*89*), Über die Lymphgefäße und Lymphdrüsen des Kehlkopfes. Anat. Anz., Bd. 16, p. 387—393. Mit 1 Abb. 1889.
Most, A. (*00*), Über den Lymphgefäßapparat von Kehlkopf und Trachea und seine Beziehungen zur Verbreitung krankhafter Prozesse. 2 Taf. Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie, Bd. 57, p. 199—230, 1900.
Müller, Friedr. W. (*97*), Über die Entwicklung und morphologische Bedeutung der „Pseudobranchie" und ihrer Umgebung bei Lepidosteus osseus. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 49, p. 463—503. Mit 2 Taf. 1897.
Müller, H. (*61*), Über Muskeln in den Lungen von Triton. Würzburger naturwiss. Zeitschr., Bd. 2, p. 131—132, 1861.
Müller, Joh. (*34*), Vergleichende Anatomie der Myxinoiden, der Cyclostomen mit durchbohrtem Gaumen. 1. Teil: Osteologie und Myologie. Abh. d. K. Akad. d. Wiss. zu Berlin, aus dem Jahre 1834, p. 65—340. Berlin 1836.

Müller, Joh. (*39a*), Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. 3. Fortsetzung: Über das Gefäßsystem. Abh. d. Berl. Akad. aus dem Jahre 1839, p. 175—303. Mit 5 Taf. Berlin 1841.

Müller, Joh. (*39b* und *41a*), Über die Natur der Nebenkiemen bei den Knochenfischen. Bericht über die Verh. d. Königl. Preuß. Akad. d. Wiss. zu Berlin aus dem Jahre 1839, p. 186—197; Nachtrag 1841, p. 86—98.

Müller, Joh. (*40*), Über Nebenkiemen und Wundernetze. Arch. f. Anat. etc., p. 101—142, 1840.

Müller, Joh. (*41b*), Über Lungen und Schwimmblasen. Arch. f. Anat., p. 223—228. 1841.

Müller, Joh. (*42a*), Beobachtungen über die Schwimmblase der Fische, mit Bezug auf einige neue Fischgattungen. Arch. f. Anat., Physiol. etc., p. 307—329, Jahrg. 1842.

Müller, Joh. (*42b*), Über die Eingeweide der Fische, zunächst über die Geschlechtsorgane der Knorpelfische und über die Schwimmblase, mit Bezug auf einige neue Fischgattungen. In: Bericht über die Verhandl. d. Königl. Preuß. Akad. d. Wiss. zu Berlin aus dem Jahre 1842, p. 174—186.

Müller, Joh. (*44*), Über den Bau und Lebenserscheinungen des Bronchiostoma lubricum Costa, Amphioxus lanceolatus Yarrel. Abhandl. der Königl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin aus dem Jahre 1842, p. 79—116. Berlin 1844.

Müller, Joh. (*45*), Untersuchungen über die Eingeweide der Fische. Abhandl. der Königl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin aus dem Jahre 1843, p. 109—170. 5 Taf. Berlin 1845.

Müller, Joh. (*46*), Über den Bau und die Grenzen der Ganoiden und über das natürliche System der Fische. Abhandl. d. Königl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin aus dem Jahre 1844, p. 117—216. Mit 6 Taf. Berlin 1846.

Müller, O. (*98*), Untersuchungen über die Veränderungen, welche die Respirationsorgane der Säugetiere durch die Anpassung an das Leben im Wasser erlitten haben. Diss., Jena 1897 (76 p.). Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch., Bd. 32 (N. F. Bd. 25.), p. 95—230. Mit 4 Taf. 1898.

Munk, Ph. (*62a*), Über das Epithel der Lungenalveolen. Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol., Bd. 24, p. 603—606, 1862.

Munk, Ph. (*62b*), Über das Verhalten des Epithels der Respirationsschleimhaut im normalen Zustande und in Entzündungen desselben. Deutsche Klinik, Bd. 14, No. 8, p. 80, 1862.

Narath, Albert (*92*), Vergleichende Anatomie des Bronchialbaumes. Verhandl. der Anat. Gesellsch. auf der 6. Versamml. in Wien 1892. Ergänzungsh. z. 7. Bd. des Anat. Anz., p. 168—175. Jena 1892.

Narath, Albert (*96*), Die Entwicklung der Lunge von Echidna aculeata. Zool. Forschungsreisen in Australien und dem Malayischen Archipel, Bd. 2, Lief. 3 (des ganzen Werkes Lief. 6), p. 245—274. Mit Taf. 20—22 und 3 Textfig. 1896.

Narath, Albert (*01*), Der Bronchialbaum der Säugetiere und des Menschen. Eine vergleichend-anatomische und entwicklungsgeschichtliche Studie. Bibliotheca medica, Abt. A: Anatomie, Heft 3 (VIII, 380 p.). 7 Taf. und 242 Fig. im Text. 1901.

Naue, Hugo (*90*), Über Bau und Entwicklung der Kiemen der Froschlarven. Zeitschrift f. Naturwissensch., Bd. 63, p. 129—176. Mit Taf. 2/3. 1890. Auch Leipziger phil. Inaug.-Diss., 1890.

Naumann, C. Fr. (*51*), Om bygnaden af luftröhrs hufvudet hos den fullwäxte menniskan. Lund 1851. [Ber. nach dem Ref. von Luschka (*71*) und Chievitz (*82*).]

Neumann, E. (*00*), Das Pigment der braunen Lungeninduration. Arch. f. pathol. Anat. u. Phys., Bd. 161, p. 422—435. Mit 1 Taf. 1900.

Neumayer, L. (*04*), Die Entwicklung des Darmkanals, von Lunge, Leber, Milz und Pankreas bei Ceratodus Forsteri. Semons Zool. Forschungsreisen in Australien, Bd. 1: Ceratodus, Lief. 4, p. 379—422. (Denkschr. d. med.-naturw. Gesellsch. Jena, Bd. 4.) 1 Taf. u. 34 Fig. 1904.

Nicolas, A. (*94*), Recherches sur le développement de quelques éléments du larynx humain. Bibl. anat. année 2, No. 5, p. 176—190. Mit 16 Fig. 1894.

Nicolas, A. (*98*), Appareil respiratoire: Larynx, Trachée, Poumons, Plèvres in Poiriers Traité d'anatomie humaine, T. 4, 2 Fasc. p. 393—556. Paris 1898.

Nicolas, A. und **Mlle Dimitrova, Z.** (*97*), Note sur le développement de l'arbre bronchique chez le mouton. Compt. rend. Soc. Biol. année 49 (10 Sér., Vol. 4), p. 1019—1021, 1897.

Nitzsch, Chr. Ludw. (*26a*), Über das Vorkommen einer Epiglottis bei Vögeln. Meckels deutsches Arch. f. Physiol., p. 613—617, Jahrg. 1826.

Nitzsch, Chr. L. (*26b*), Über die Pneumatizität und einige andere Merkwürdigkeiten des Skeletts der Kalaos. Arch. f. Anat. u. Physiol., Jahrg. 1826, p. 618—628.
Nothnagel, H. (*77*), Die Übergangsgeschwindigkeit zelliger Elemente aus dem Bronchialbaum in das interstitielle Lungengewebe. Vorläufige Mitteilung. Zentralbl. f. die med. Wissensch., p. 434—435, 1877.
Nuhn, A. (*78*), Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. (1. Teil 1875 erschienen, das Werk datiert von 1878). Heidelberg 1878.
Nusbaum, J. und **Sidoriak, S.** (*99*), Das anatomische Verhältnis zwischen dem Gehörorgane und der Schwimmblase bei dem Schleimbeißer (Cobitis fossilis). Anat. Anz., Bd. 16, p. 209—223. Mit 7 Abb. 1899.

Ochsner, H. W. (*00*), The lung of the Necturus maculatus. Bull. Univ. Wisconsin, No. 33. Science Ser., Vol. 2, No. 3, 1900.
Onodi, A. (*95*), Beiträge zur Anatomie, Physiologie und Pathologie der Kehlkopf-Innervation. Math. u. naturwiss. Berichte aus Ungarn. Sitzungsber., Bd. 12, p. 376, 1895.
Onodi, A. (*01*), Beiträge zur Kenntnis der Kehlkopfnerven. 16 Fig. Math. u. naturwiss. Berichte aus Ungarn, Bd. 17, p. 39—69, 1899, ersch. 1901.
Onodi, A. (*02*), Die Lehre von der zentralen Innervation des Kehlkopfes. Wiener klin. Rundschau, Jahrg. 16, No. 16, p. 304—306, 1902.
Oppel, Albert (*89*), Beiträge zur Anatomie des Proteus anguineus. I. Vom Verdauungstraktus; II. Von den Lungen. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 34, p. 511—572. 3 Taf. 1889.
Oppel, Albert (*98*), Verdauungsapparat. Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 7, 1897, p. 29—109 Wiesbaden 1898.
Oppel, Albert (*99*), Atmungsapparat. Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 8, 1898, p. 191—209. Wiesbaden 1899.
Oppel, Albert (*00*), Atmungsapparat. Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 9, 1899, p. 165—193. Wiesbaden 1900.
Oppel, Albert (*01*), Atmungsapparat. Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 10, 1900, p. 312—366. Wiesbaden 1901.
Oppel, Albert (*02*), Atmungsapparat. Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 11, 1901, p. 191—227. Wiesbaden 1902.
Oppel, Albert (*03*), Atmungsapparat. Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 12, 1902, p. 134—157. Wiesbaden 1903.
Oppel, Albert (*04*), Atmungsapparat. Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 13, 1903, p. 213—232. Wiesbaden 1904.
Oppel, Albert (*05*), Über den feineren Bau des Atmungsapparates der Monotremen, einiger Marsupialier und von Manis javanica. Jenaische Denkschr., Bd. 7 und Semon, Zool. Forschungsreisen, Bd. 4, p. 1—36 (p. 263—298). Mit 3 Taf. Jena 1905.
Osawa, Gakutaro (*97*), Beiträge zur Lehre von den Eingeweiden der Hatteria punctata. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 49, p. 113—226. Mit Taf. 8—14. 1897.
Ottolenghi, Salvatore (*03*), Die elastischen Fasern in der fötalen Lunge und in der Lunge des Neugeborenen. Vierteljahrsschr. f. ger. Med., 3 .Folge, Bd. 26, H. 1, p. 46—57. Mit 2 Fig. 1903.
Owen, R. (*40*), Description of Lepidosiren annectens. The Transactions of the Linnean Society of London, Vol. 18, Part 3, p. 327—361, 1840.
Owen, R. (*39/47a*), Art. Marsupialia in Todd: The Cyclopaedia of Anatomy and Physiology, Vol. 3. London 1839—47.
Owen, R. (*39/47b*), Art. Monotremata in Todd: The Cyclopaedia of Anatomy and Physiology, Vol. 3. London 1839—47.
Owen, R. (*66* u. *68*), On the anatomy of vertebrates. (Vol. 1: Fishes and Reptiles, 1866; Vol. 2: Birds and Mammals; Vol. 3: Mammals, 1868). London 1866—68.

Pagenstecher (*78*), Allgemeine Zoologie. 3. Teil. 1878.
Parker, W. N. (*89*), Zur Anatomie und Physiologie des Protopterus annectens. Berichte der naturf. Gesellsch. zu Freiburg i. B., Bd. 4, p. 83—108, 1889.
Parker, W. N. (*91*), On the Anatomy and Physiology of Protopterus annectens. Abstract, communicated by W. H. Flower. Proceed. of de Royal Soc., Vol. 49, 28. May 1891.
Parker, W. N. (*92*), On the Anatomy and Physiology of Protopterus annectens. Transactions of the Royal Irish Academy, Vol. 30, Part 3, 1892, p. 107—230. 11 Pl.
Parsons, F. G. (*94*), On the Anatomy of Atherura africana compared with that of other Porcupines. Proceed. Zool. Soc. of London for 1894, p. 675—693. 8 Fig.
Parsons, F. G. (*96*), On the Anatomy of Petrogale xanthopus compared with that of other Kangaroos. Proceed. of de Zool. Soc. of London for 1896, p. 683—714.

Paulicki (*84*), Über die Haut des Axolotl. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 24, p. 120—174. 2 Taf. 1884.

Pauly, Aug. (*82*), Beitrag zur Anatomie der Schwimmblase des Aales (Anguilla fluviatilis Fl.). Hab.-Schrift. 22 p. München 1882.

Pflüger, E. (*71*), Die Speicheldrüsen. Strickers Handbuch der Lehre von den Geweben, p. 306—332. 1871.

Phisalix, C. (*88*), Étude d'un embryon humain de 10 mm. Arch. zool. exp. gén. Sér. 2, T. 6, p. 279—350. Taf. 13—18. 1888.

Piana, P. (*80*), Osservazioni comparative intorno alla struttura delle ultime diramazioni delle arterie pulmonari. Con 1 tav. Memorie della Accad. d. Sc. dell' Istituto di Bologna, IV. Ser., T. 1, p. 417—420. 1879/1880.

Pierret, A. et **Renaut, J.** (*81*), Mémoire sur les sacs lymphatiques périlobulaires semi-cloisonnés et communicants du poumon du boeuf. Archives de physiolog., Année 13, (2. Sér. T. 8), p. 672—693. 1 Taf. 1881.

Piersol, George A. (*95*), Textbook of normal Histology, including an Account of the Development of the Tissues and the Organs. 3. edit. 489 p. 409 Fig. Philadelphia (J. B. Lippincott and Co.) 1895.

Piper, H. (*02a*), Die Entwicklung von Leber, Pankreas, Schwimmblase und Milz bei Amia calva. 9 Fig. Verh. d. Anat. Ges. a. d. 16. Vers., Halle a. S., p. 18—25, 1902.

Piper, H. (*02b*), Die Entwicklung von Magen, Duodenum, Schwimmblase, Leber, Pankreas und Milz bei Amia calva. Arch. f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt., Jahrgang 1902, Suppl.-Bd., p. 1—78. Mit 4 Taf. 1902.

Piso-Borme, G. (*67*), Anatomisch-physiologische Studien über die Gegenwart glatter Muskelfasern in den Lungenbläschen der Wirbeltiere. Moleschotts Unters. zur Naturlehre, Bd. 10, p. 459—492. Taf. I—III. 1867.

Plehn, Marianne (*01*), Zum feineren Bau der Fischkieme. Zool. Anz., Bd. 24, No. 648, p. 439—443. 5 Fig. 1901.

Ploschko, Adam (*97*) (Mitgeteilt von Arnstein), Die Nervenendigungen und Ganglien der Respirationsorgane. Anat. Anz., Bd. 13, No. 1/2, p. 12—22. 10 Abb. 1897. (Die ausführliche russische Arbeit Ploschkos ist von 1896 datiert.)

Poirier, Paul (*87a*), Vaisseaux lymphatiques du larynx. Vaisseaux lymphatiques de la portion sous glottique. Ganglion pré-laryngé. Le Progrès medical, Année 15 (Sér. 2, T. 5), No. 19, p. 373—375. Mit 2 Fig. 1887.

Poirier, Paul (*87b*), Vaisseaux lymphatiques du larynx. Vaisseaux lymphatiques de la portion sousglottique. Ganglion pré-laryngé. Annales des maladies de l'oreille, du larynx, du nez et du pharynx. T. 13, p. 193—196, 1887.

Pokrowski, M., (*94*), Über die Färbung der elastischen Lungenfasern. Med. Obosr., No. 13 (Russisch), 1894.

Przewoski, E. (*97*), Über Divertikel der Trachea. Ein Beitrag zur normalen und pathologischen Anatomie der Atmungswege (Polnisch). Denkschr. d. Warschauer Ärztevereins, Bd. 93, p. 557—606. 3 Taf. 1897.

Przewoski, E. (*98*), Über eine Divertikel der Trachea. Beitrag zur normalen und pathologischen Anatomie der Atmungsorgane. Arch. f. Laryngol. u. Rhinol., Bd. 8, H. 3, p. 422—461, 1898.

Quain's (*96*), Elements of Anatomy, ed. by A. Schäfer and G. D. Thane. 10. Aufl. London 1896.

Quekett, John (*42*), Über die eigentümliche Anordnung der Blutgefäße in der Schwimmblase der Fische. In: Fror. Neue Notizen, Bd. 23, No. 504, p. 313—314, 1842.

Quekett, John (*44*), On a peculiar arrangement of blood vessels in the air-bladder of Fishes. 2 Taf. Transact. of the microsc. Soc. of London, Vol. 1, p. 99—108, 1844.

Quekett, John (*52*), Observations on the nature of capillaries and on the mode of arrangement of those in the gills of Fishes. Transact. microsc. Soc. London, Vol. 3, p. 1—8. Mit 1 Taf. 1852.

Rainey, George (*48*), On the minute anatomy of the emphysematous Lung. Medico-chirurg. Transact. publ. by the R. Med. and chirurg. Soc. of London, Vol. 31, p. 297—304. Mit 1 Taf. London 1848.

Rainey, George (*49*), On the minute anatomy of the lung of the Bird considered chiefly in relation to the structures with which the air is in contact whilst traversing the ultimate subdivisions of the air-passages. In: Medico-chirurg. Transact., publ. by the R. Med. and chirurg. Soc. of London, Vol. 32 (2. Ser. Vol. 14), p. 47—58, 1849.

Rainey, George (*55*), Critical examination of the evidence for and against the presence of epithelium in the air cells of the human lung. The brit. and for. med. chirurg. review, Vol. 16, p. 491—500, Juli-Okt. 1855. London 1855.

Ramsay Wright, R. (*85*), On the hyomandibular clefts and pseudobranchs of Lepidosteus and Amia. Journ. of anat. and physiol., Vol. 19, p. 476—499. 1 Taf. 1885.
Ranvier, L. (*89*), Traité technique d'histologie. 2. Édition. 871 p. 414 Textfig. u. 1 Taf. Paris 1889.
Rapp, W. (*37*), Die Cetaceen, zoologisch-anatomisch dargestellt. Stuttgart und Tübingen 1837.
Rapp, W. (*43*), Anatomische Untersuchungen über die Edentaten. Tübingen 1843.
Rapp, W. (*47*), Über die Stimmblasen der Batrachier. Jahresh. d. Vereins f. vaterl. Naturk. in Württemberg. 2. Jahrg. 1846, p. 185—187. Stuttgart 1847.
Rathke, Heinr. (*24*), Über den Darmkanal der Fische. Mit 5 Taf. Halle 1824.
Rathke, Heinr. (*26*), Bemerkung über den inneren Bau der Pricke oder des Petromyzon fluviatilis des Linneus. 4°. 100 p. Mit 3 Kupfertaf. Danzig 1826.
Rathke, Heinr. (*20/27a*), Beiträge zur Geschichte der Tierwelt. H. 1—4. Danzig 1820—27 [zit. nach Milne Edwards H. (*57*), Oppel (*89*) und Jacobs (*98*)].
Rathke, Heinr. (*27b*), Bemerkung. über den inneren Bau des Querder (Ammocoetes branchialis) und des kleinen Neunauges (Petromyzon Planeri). Neueste Schriften der naturf. Gesellsch. in Danzig, Bd. 2, Heft 2, p. 66—102. Halle 1827.
Rathke, Heinr. (*27c*), Bemerkungen über die Schwimmblase der Fische. Neueste Schriften der naturf. Gesellsch. in Danzig, Bd. 2, Heft 2, p. 102—120 (auch in: Beiträge zur Geschichte der Tierwelt, 4. Abt.). Halle 1827.
Rathke, Heinr. (*36/37/38*), Zur Anatomie der Fische, in: Joh. Müllers Arch. f. Anat. und Phys., I., p. 170—186, 1836; ibid. II., p. 335—356 (mit 3 Taf.), 1837; ibid. III., p. 413—445 (mit 1 Taf.), 1838.
Rathke, Heinr. (*41*), Bemerkungen über den Bau des Amphioxus lanceolatus, eines Fisches aus der Ordnung der Cyclostomen. 38 p. 4°. Mit 1 Kupfertaf. Königsberg (Gebr. Bornträger) 1841.
Rathke, Heinr. (*66*), Untersuchungen über die Entwicklung und den Körperbau der Krokodile. 1866.
Rauber, A. (*97*), Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 5. Aufl., Bd. 1, 2. Abt. Leipzig 1897.
Rawitz, B. (*94*), Grundriß der Histologie. 284 p. Mit 204 Abbild. Berlin 1894.
Rawitz, B. (*00a*), Die Anatomie des Kehlkopfes und der Nase von Phocaena communis Cuv. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol., Bd. 17, p. 245—354. 4 Taf. 1900.
Rawitz, B. (*00b*), Über Megaptera boops Fabr., nebst Bemerkungen zur Biologie der norwegischen Mystacocoeten. Arch. f. Naturgesch., p. 71—114. Mit 1 Taf. 1900.
Ray-Lankester (*89*), Contributions to the knowledge of Amphioxus lanceolatus. Quart. Journ. microsc. sc. N. S., Vol. 29, p. 4 [cit. nach Spengel (*91*)], 1889.
Rebsamen, C. A. (*61*), Die Melanose der menschlichen Bronchialdrüsen. Inaug.-Diss., Zürich 1861.
Recklinghausen, v. F. (*62*), Die Lymphgefäße und ihre Beziehungen zum Bindegewebe. Berlin 1862.
Recklinghausen, v. F. (*63*), Zur Fettresorption. Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol., Bd. 26, H. 1 u. 2, p. 172, 1863.
Reinke, Fr. (*95*), Untersuchungen über das menschliche Stimmband. (Aus d. anat. Inst. in Rostock.) Fortschritte d. Med., Bd. 13, No. 12, p. 469—478. 3 Fig. 1895.
Reinke, Fr. (*98*), Über die funktionelle Struktur der menschlichen Stimmlippe, mit besonderer Berücksichtigung des elastischen Gewebes. Anat. Hefte, Abt. 1, Bd. 9, p. 103—116. 1 Taf. Wiesbaden 1898.
Reisseisen (*08*) und **Sömmering** (*08*), Über den Bau der Lungen. 2 Preisschriften, welche von der Königl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin den Preis erhalten haben: 1. Reisseisen, Über die Struktur, die Verrichtung und den Gebrauch der Lungen, 56 p.; 2. S. Th. Sömmering, Über den Bau der Lungen, 126 p. Berlin 1808.
Reisseisen, F. D. (*22*), Über den Bau der Lungen. Eine von der K. Akad. d. Wiss. zu Berlin gekrönte Preisschrift. 28 p. in 2°. Mit 6 kol. Kupfertaf. Berlin 1822. (Dem deutschen Text ist der lateinische beigefügt: De fabrica pulmonum commentatio etc.)
Reitz, W. (*67*), Untersuchungen über die künstlich erzeugte croupöse Entzündung der Luftröhre. Sitzungsber. der Ak. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., 2. Abt., Bd. 55, p. 501—509. Mit 2 Taf. 1867.
Remak, R. (*55*), Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbeltiere. Mit 12 Taf. Berlin 1855.
Remak, R. (*62*), Über das Epithel der Lungenbläschen. Deutsche Klinik, Bd. 14, No. 20, p. 197—198, 1862.
Renault, P. L. (*96*), De la région sous-glottique du larynx. Anatomie, anatomie comparée, Histologie. Thèse de méd. 56 p. 3 Taf. Bordeaux 1896.

Renaut, J. (*97*), Traité d'histologie pratique. T. 2, Fasc. 1. Paris 1897. (Diverticule respiratoire de stomodaeum. Appareil pulmonaire, p. 488—554.)

Retzius, G. (*92a*), Die Nervenendigungen in dem Geschmacksorgan der Säugetiere und Amphibien. Biol. Unters., N. F., Bd. 4, p. 19—32. Mit Taf. 7—9. Stockholm 1892.

Retzius, G. (*92*), Über die sensiblen Nervenendigungen in den Epithelien bei den Wirbeltieren. Biol. Unters., N. F., Bd. 4, p. 37—45. Mit 4 Taf. 1892.

Retzius, G. (*93a*), Kleinere Mitteilungen von dem Gebiete des Nervensystems und der Sinnesorgane. III. Zur Kenntnis der Nervenendigungen in den Lungen. Biol. Unters., N. F., Bd. 5, p. 39—42. Mit Taf. 19. Fig. 1—4. Stockholm 1893.

Retzius, G. (*93b*), Über Geschmacksknospen bei Petromyzon. Mit 1 Taf. Biol. Unters., N. F., Bd. 5, p. 69—70. Stockholm 1893.

Rheiner, H. (*52a*), Die Ausbreitung der Epithelien im Kehlkopfe. Verh. d. med. Ges. zu Würzburg, Bd. 3, p. 222—226. Mit 1 Fig. 1852.

Rheiner, H. (*52b*), Beiträge zur Histologie des Kehlkopfes. Inaug.-Diss. 8°. 44 p. Würzburg 1852.

Ridewood, W. G. (*92*), The air-bladder and ear of British Clupeoid fishes. Journ. of anat. and physiol., Vol. 26, p. 26—42, 1892.

Ridewood, W. G. (*99—00*), On the hypobranchial skeleton and larynx of the new aglossal toad, Hymenochirus Boettgeri. Journ. Linn. Soc. Zool., Vol. 27, No. 178, p. 454—462. 1 Taf. 1899—1900.

Rieß, J. Albin (*81*), Der Bau der Kiemenblätter bei den Knochenfischen. Troschels Arch. f. Naturgesch., 47. Jahrg., Bd. 1, p. 518—550. 3 Taf. 1881.

Rindfleisch, E. (*72a*), Die Muskulatur der kleinen Bronchien und des Lungenparenchyms. Vorläufige Mitteilung. Med. Zentralbl., No. 5, p. 65—65, 1872.

Rindfleisch, E. (*72b*), Über die Verästelungsweise der Arteria pulmonalis. Aus den Sitzungsberichten der Niederrhein. Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Sitzung vom 22. Juli 1872. In: Berliner klin. Wochenschr., p. 594, 1872.

Robin, H. A. (*81*), Recherches anatomiques sur les Mammifères de l'ordre des Chiroptères. Annales des sciences naturelles, Série 6: Zoologie, T. 12. 178 p. Taf. 2—9. Paris 1881.

Robinson (*89*), Observations on the earlier stages in the development of the lungs of rats and mice. Journal of anat. and physiol., Vol. 23, p. 224—241. Mit 1 Taf. 1889.

Roché, Georges (*90a*), Appareil aérifère des Rallidés. Bull. de la soc. philomat. de Paris, Série 8, T. 2, séance du 22 mars 1890, p. 107—109. Paris 1890.

Roché, Georges (*90b*), Note sur l'appareil aérifère des oiseaux. Bullet. de la soc. philomatique de Paris, Série 8, T. 2, séance du 26. Oct. et 9. Nov. 1889; séance du 10. Mai 1890, p. 131—132. Paris 1890.

Roché, Georges (*91*), Contribution à l'étude de l'anatomie comparée des reservoirs aériens d'origine pulmonaire chez les oiseaux. Annales des sciences naturelles, Zoologie: Série 7, T. 11, No 1, p. 1—64; No. 2, 3, p. 65—118. Avec 4 pl. 1891.

Rohon, Josef Victor (*82*), Untersuchungen über Amphioxus lanceolatus. Denkschr. d. math.-nat. Kl. d. k. Akad. d. Wiss. Wien, Bd. 45, Abt. 2, p. 1—64. 6 Taf. Wien 1882.

Rolph, W. (*76*), Untersuchungen über den Bau des Amphioxus lanceolatus. Morphol. Jahrb., Bd. 2, p. 87—164. 3 Taf. 1876.

Rondelet, De piscibus marinis. Lugduni 1554.

Rosenberg, Albert (*00*), Varietäten und Anomalien der Valleculae und der Sinus piriformes. Arch. f. Laryngol. u. Rhinol., Bd. 10, p. 419—434. 6 Fig. 1900.

Rosenthal, F. (*29*), Über die Struktur der Kiemen. In: Verhandl. d. Ges. naturf. Freunde zu Berlin, Bd. 1, p. 1—4. Mit 4 Abbild. 1829.

Ross, M. J. (*99*), Special structural features in the air-sacs of Birds. Transact. american microsc. soc., Vol. 20 : 21, p. 29—40, ann. Meet. held at Syracuse, 1898. 3 Taf. Lincoln 1899.

Rossignol (*46/47*), Recherches sur la structure intime du poumon de l'homme et des principaux mammifères. Mémoires des concours et des savants étrangers, publ. p. l'Acad. R. de méd. de Belgique, Tome 1, 70 p. Mém. prés., 4. Janv. 1846. 1 Taf. Bruxelles 1847.

Roth, W. (*80*), Der Kehldeckel und die Stimmritze im Embryo, nebst einigen Bemerkungen über die Entwicklung der Schleimdrüsen. Mitteil. aus d. embryol. Instit. d. k. k. Univ. in Wien, von Schenk, Bd. 1, p. 145—162. Mit 2 Taf. 1880.

Roubaud, L. (*02*), Contribution à l'étude anatomique des lymphatiques du larynx. Thèse de doctorat en méd., 77 p. 8 Fig. Paris 1902.

Rousseau, Em. (*32* und *35*), Description d'un nouveau Cartilage du Larynx. Ann. Scienc. natur., T. 26, p. 205—208 (Referat in Isis, p. 508, 1835). Mit 1 Taf. 1832.

Rudolphi, K. A. (*21—28*), Grundriß der Physiologie. Berlin 1821—1828.
Rusconi, Mauro e **Pietro Configliachi** (*19*), Del Proteo anguineo di Laurenti monografia. 119 p. 6 Taf. Pavia 1819.

Sagemehl, M. (*85*), Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Fische. III. Morphol. Jahrb., Bd. 10, p. 1—119. Mit 2 Taf. und 1 Textfig. 1885.
Sagemehl, M. (*87*), Die accessorischen Branchialorgane von Citharinus. Morphol. Jahrb., Bd. 12, H. 3, p. 307—324. 1 Taf. 1887.
Sappey, Ph. C. (*46*), Sur l'appareil respiratoire des oiseaux. Compt. rend. Acad. Sc. Paris, T. 22, p. 328—332, 1846. (L'Institut XIV, No. 632, p. 49—50, 1846.)
Sappey, Ph. C. (*47*), Recherches sur l'appareil respiratoire des oiseaux. 92 p. 4°. Avec 4 pl. Paris (Germer-Baillière) 1847.
Sappey, Ph. C. (*85*), Description et iconographie des vaisseaux lymphatiques considérés chez l'homme et les vertébrés. 136 p. 2°. 68 Taf. Paris 1885.
Sappey, C. (*74* und *89*), Traité d'anatomie descriptive. Paris 1874. 4. édition, T. 4: Splanchnologie — Embryologie. Paris 1889.
Sappey, C. (*94*), Traité d'Anatomie générale. P. 2. Paris 1894.
Sarasin, Paul und **Sarasin, Fritz** (*90*), Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschungen auf Ceylon. Bd. 2, H. 4. Wiesbaden 1890.
Savart, Felix (*26*), Über die Stimme der Vögel. (Mit Abbildungen.) In: Fror. Not., Bd. 16, No. 331, p. 1—10; No. 332, p. 20—25. 1826.
Schachmagonow, Theodor (*00*), Ein eigentümlicher Luftatmungsapparat bei Betta pugnax. Zool. Anz., Bd. 23, No. 620, p. 385—387. 2 Fig. 1900.
Schaffer, Josef (*95a*), Zur Kenntnis des histologischen und anatomischen Baues von Ammocoetes. Vorl. Mitteil. Anat. Anz., Bd. 10, p. 697—708. 6 Abbild. 1895.
Schaffer, Josef (*95b*), Über das Epithel des Kiemendarmes von Ammocoetes, nebst Bemerkungen über intraepitheliale Drüsen. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 45, H. 2, p. 294—338. 2 Taf. 1895.
Schaffner, G. (*98*), Über den Lobus inferior accessorius der menschlichen Lunge. In: Virchows Archiv, Bd. 132, p. 1—25. Taf. 1. 1898.
Schaumberg, August (*00*), Über Rußeinlagerungen in Kinderlungen. Med. Diss., Erlangen 1900.
Scheier, Max (*01*), Über die Ossifikation des Kehlkopfes. 2 Taf. Arch. f. mikrosk. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 59, p. 220—258, 1901.
Schenk, S. L. (*91*), Grundriß der normalen Histologie des Menschen. Wien und Leipzig (Urban und Schwarzenberg) 1885. 2. Aufl. 1891.
Schestopal, A (*79*), Über die Durchlässigkeit der Froschlunge für gelöste und körnige Farbstoffe. Virchows Archiv, Bd. 75, p. 199—207, 1879.
Schiefferdecker (*96a*), (Einige Befunde bei der) Untersuchung der menschlichen Nasenschleimhaut. Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilk., Bonn 1896, 1. Hälfte, Med. Sekt., p. 2—12. 1896.
Schiefferdecker, P. (*96b*), Histologie der Schleimhaut der Nase und ihrer Nebenhöhlen. In: Handbuch der Laryngol. u. Rhinol., herausgeg. von P. Heymann, Bd. 3, 1. Lief., p. 87—151. Wien 1896.
Schlegel, H. (*37*), Essai sur la physiognomie des serpens. Amsterdam 1837.
Schmidt, Charles (*66*), De l'épithélium pulmonaire. Thèse méd. Strasbourg, 4°, 48 p. 2 pl. 1866.
Schmidt, F. Th. (*63*), Das follikuläre Drüsengewebe der Schleimhaut der Mundhöhle und des Schlundes bei dem Menschen und den Säugetieren. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool., Bd. XIII, Heft 2, p. 221—302. Taf. XIV—XVI. 1863.
Schmidt, Martin B. (*00*), Über Hämosiderin und Melanin. Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol., Bd. 163, p. 151—153, 1900.
Schneider, Anton (*79*), Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere. 16 Taf. und 3 Holzschn. Berlin (C. Reimer) 1879.
Schneider, Karl Camillo (*02*), Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere. 8°. 988 p. 691 Fig. Jena (F. Fischer) 1902.
Schneider, Robert (*88*), Über Eisenresorption in tierischen Organen und Geweben. Abhandl. der Königl. preuß. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, 68 p. 3 Taf. 1888.
Schnitzler, Anton (*93*), Beitrag zur Kenntnis der Trachealschleimhaut, mit besonderer Berücksichtigung der Basalmembran. 8°. 81 p. 2 Taf. Inaug.-Diss., München 1893.
Schottelius, Max (*79*), Untersuchungen über physiologische und pathologische Texturveränderungen der Kehlkopfknorpel. Habilitationsschrift von Marburg. 8°. 66 p. 6 Taf. 1879.
Schreibers (*1801*), A historical and anatomical description of a doubtful amphibious animal of Germany, called by Laurenti Proteus anguinus. Phil. Transact. 1801 [zit. nach Oppel (*89*)].

Schroeder van der Kolk, J. L. C. (*45/46*), Over het aanwezen van veêrkrachtige long-vezelen in sputa van phthisici, als een zeker teeken van het bestaan eener vomica. Nederlandsch Lancet., 2. Serie, 1. Jahrg., p. 401—434. Mit Taf. 7. 1845/46.

Schroeder van der Kolk, J. L. C. (*60*), Über die Struktur der Vögellunge. In: Arch. f. d. holländ. Beitr. zur Natur- u. Heilkunde, Bd. 2, p. 92—95, 1860.

Schultz, Ernestus (*50*), Disquesitiones de structura et textura canalium aëriferorum. 4°. 1 Taf. 32 p. Dorpati 1850.

Schultz, Paul (*96*), Demonstration der Knochenatmung der Vögel am Humerus der Ente. Verh. d. physiol. Ges. zu Berlin, Jahrg. 1895/96, No. 3, 4, 5, 24. Dez. 1895, p. 9—11. Berlin 1896.

Schultz, Paul (*04*), Die Beteiligung des Sympathicus an der Kehlkopfinnervation. Arch. f. Laryngol. u. Rhinol., Bd. 16, H. 1, p. 1—10, 1904.

Schultze, Oscar (*97*), Grundriß der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Säugetiere. (Bearb. unter Zugrundelegung der zweiten Auflage des Grundrisses von A. v. Kölliker.) 468 p. 391 Textabb. u. 6 Taf. Leipzig (Wilhelm Engelmann) 1897.

Schulze, F. E. (*67*), Epithel und Drüsenzellen. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 3, H. 2, p. 137—203. Taf. VI—XII. 1867.

Schulze, F. E. (*71*), Die Lungen. In Strickers Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Tiere, p. 464—488. Fig. 125—137. Leipzig 1871.

Schulze, F. E. (*88*), Über die inneren Kiemen der Batrachierlarven. I. Mitteilung. Über das Epithel der Lippen, der Mund-, Rachen- und Kiemenhöhle erwachsener Larven von Pelobates fuscus. Abh. d. Berliner Akad. d. Wiss. 59 p. 4 Taf. 1888.

Schulze, F. E. (*92*), Über die inneren Kiemen der Batrachierlarven. II. Mitteil.: Skelett, Muskulatur, Blutgefäße, Filterapparat, respiratorische Anhänge und Atmungsbewegungen erwachsener Larven von Pelobates fuscus. Abh. d. K. Akad. d. Wiss. zu Berlin aus dem Jahre 1892. 4°. 66 p. 6 Taf. Berlin 1892.

Schwalbe, G. (*96*), Zur Biologie und Entwicklungsgeschichte von Salamandra atra und maculosa. Zeitschr. f. Biologie, Bd. 34, N. F. 16, p. 340—396, 1896.

Sclavunos, G. (*04*), Über die Ventrikularsäcke des Kehlkopfes beim erwachsenen und neugeborenen Menschen, sowie bei einigen Affen. 12 Fig. Anat. Anz., Bd. 24, No. 19/20, p. 511—523, 1904 (vergl. auch die 1903 in griechischer Sprache erschienene Arbeit des Verf.).

Sclavunos, G. (*04 b*), Über die Ventrikularsäcke des Kehlkopfes beim erwachsenen und und neugeborenen Menschen, sowie bei einigen Affen (Nachtrag). Anat. Anz., Bd. 24, No. 23/24, p. 652, 1904.

Segond, L. A. (*51*), Sur les fonctions du larynx supérieur chez les Oiseaux. Compt. rend. Acad. Sc. Paris, T. 32, p. 253, 1851.

Selenka, E. (*66*), Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Luftsäcke des Huhns. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 16, p. 178—182. Mit 1 Taf. 1866.

Siebenrock, Friedrich (*99*), Über den Kehlkopf und die Luftröhre der Schildkröten. 3 Taf. Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Bd. 108, Abt 1, p. 563—595, 1899.

Siebenrock, Friedrich (*00*), Der Zungenbeinapparat und Kehlkopf samt Luftröhre von Testudo calcarata Schneid. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., Bd. 109, Abt. 1, p. 441—448. 1 Taf. 1900.

Siebold und **Stannius** (*54* u. *56*), Handbuch der Zootomie. 2. Teil: Stannius, Handbuch der Anatomie der Wirbeltiere; 2. Aufl. 1. Buch: Fische, Berlin 1854; 2. Buch: Amphibien, Berlin 1856.

Siefert, Ernst (*96*), Über die Atmung der Reptilien und Vögel. Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. 64, p. 321—506. 3 Taf. u. 8 Textfiguren. 1896.

Sikorsky, Iwan (*70*), Über die Lymphgefäße der Lungen. Med. Zentralbl., No. 52, p. 817—819, 1870.

Sikorsky, Iwan (*72*), Über die Lymphgefäße der Lungen. Dissertation, Kiew 1872 (Russisch).

Simanowsky, N. (*83 a*), Beiträge zur Anatomie des Kehlkopfes. Göttinger Nachrichten 1883, p. 188—191 und Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 22, p. 690—709. 1 Taf. 1883.

Simanowsky, N. (*83 b*), Über die Regeneration des Epithels der wahren Stimmbänder. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 22, p. 710—714, 1883.

Smirnow, Alexis (*88*), Über Nervenendknäuel in der Froschlunge. Anat. Anz., Bd. 3, p. 258—261. Mit 2 Abb. 1888.

Sobotta, J. (*02*), Atlas und Grundriß der Histologie und mikroskopischen Anatomie des Menschen. XXIV und 247 p. 80 Taf, u. 68 Fig. nach Originalen von Maler W. Freytag. München (Lehmann) 1902.

Sömmering, S. Th. (*1796*), Vom Baue des menschlichen Körpers, Bd. 5, Abt. 2: Eingeweidelehre. Frankfurt a. M. 1796.

Sömmering, S. Th. (*08*) siehe **Reisseisen** (*08*).

Sömmering, S. Th. (*41*), Vom Baue des menschlichen Körpers, Neue Originalausgabe, Bd. VI: Allgemeine Anatomie, von J. Henle. Leipzig 1841.

Sörensen, W. (*79*), Sur l'appareil du son chez divers poissons de l'Amérique du Sud. Compt. rend. de l'Acad. d. sc. Paris, T. 88, p. 1042—1043. 1879.

Solger, F. (*88*), Über Schrumpfungserscheinungen am hyalinen Knorpelgewebe des Menschen und deren Beziehungen zu den Fibrillen. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 31, Heft 3, p. 303—334. 1 Taf. 1888.

Spencer, B. (*98*), Der Bau der Lungen von Ceratodus und Protopterus. Denkschr. d. med.-naturw. Ges. Jena, Bd. 4, Lief. 2 (8 p.), 2 Taf. u. 3 Fig., und Semons Zool. Forschungsreisen, 14. Lief. (Bd. 1, L. 2), 1898.

Spengel, J. W. (*91*), Beitrag zur Kenntnis der Kiemen des Amphioxus. Zoolog. Jahrbücher, Abt. f. Anat. u. Ontogenie, Bd. 4, p. 257—296. 2 Taf. (Heft datiert vom 30. Sept. 1890, Bd. 1891). 1891.

Spengel, J. W. (*04*), Über Schwimmblasen, Lungen und Kiementaschen der Wirbeltiere. Zool. Jahrb., Suppl. 7 (Festschr. zum 70. Geburtstag von A. Weismann), p. 727—749, 1904.

Spiess, G. (*94*), Über den Blutstrom in der Schleimhaut des Kehlkopfes und des Kehldeckels. Arch. f. Anat. u. Physiol., Physiol. Abt., p. 503—516. Mit 3 Taf. 1894.

Spina, A. (*86*), Beiträge zur Histologie des hyalinen Knorpels. Wien. med. Jahrb., p. 447—462. 2 Taf. 1886.

Spuler, A. (*95*), Über Bau und Entstehung des elastischen Knorpels. Sitzungsber. d. Physikal.-med. Soc. in Erlangen, H. 27, p. 88—103, 1895. Auch Inaug.-Diss., Erlangen 1895.

Stannius (*46*), in: Stannius und Siebold, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. 2. Teil: Wirbeltiere, von H. Stannius. Berlin 1846.

Stannius (*54* und *56*) siehe **Siebold** und **Stannius.**

Staurenghi, C. (*95*), Distribuzione e terminazione delle fibre nervose nella mucosa dell' epiglottide. Boll. Soc. med.-chirurg., 9 p. 1 tav. Pavia 1895.

Steinlechner, M. und **Titel, C.** (*97*), Der Musculus ventricularis des Menschen. Sitz.-Ber. d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien, math.-nat. Kl., Abt. 3, Bd. 106, p. 157—173, Mai 1897. Mit 2 Taf. 1897.

Stieda (*71*), Über die Schleimdrüsen der Luftwege. Dorpat. med. Zeitschr., Bd. 1, p. 363—364. Sitzungsprotokolle der Dorpater med. Gesellschaft. Dorpat 1871.

Stieda, L. (*73*), Studien über den Amphioxus lanceolatus. Mémoires de l'acad. impériale des sciences de St. Pétersb. 7. série, T. 19, No. 7, 71 p. 4 Taf. 1873.

Stieda, L. (*78*), Einiges über Bau und Entwicklung der Säugetierlungen. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool., Suppl., Bd. 30, p. 106—121. 1 Taf. 1878.

Stieda, L. (*02*), 5. Bericht über die anatomische, histologische und embryologische Literatur Rußlands (1900—1902). Ergebn. d. Anat. u. Entwickl., Bd. 11, 1901, p. 383—705. Wiesbaden 1902.

Stirling, W. (*76*), Nervous Apparatus of the Lung. The British medical Journal (Vol. 2, July-Dec.), p. 401, 1876.

Stirling, W. (*81*), On the Nerves of the lungs of the newt. Journ. of Anat. and Physiol., Vol. 16, p. 96—105. 2 Taf. 1881.

Stirling, W. (*83a*), A simple method of demonstrating the nerves of the epiglottis. Journ. of Anat. and Physiol., Vol. 17, p. 203, 1883.

Stirling, W. (*83b*), The trachealis muscle of man and animals. Journ. of Anat. and Physiol., Vol. 17, p. 204—206, 1883.

Stöhr, Ph. (*01*), Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie des Menschen mit Einschluß der mikroskopischen Technik. 9. Aufl. 421 p. Mit 318 Abb. Jena 1901.

Strasser, Hans (*77*), Über die Luftsäcke der Vögel. Diss., 46 p., 1 Taf., und Morphol. Jahrb., Bd. 3, p. 179—224. 1 Taf. 1877.

Strasser, Hans (*86*), Über der Flug der Vögel. Ein Beitrag zur Erkenntnis der mechanischen und biologischen Probleme der aktiven Lokomotion. Jenaische Zeitschrift f. Naturw., Bd. 19, p. 174—429. (Der Band ist 1886 datiert, das Heft 1885).

Stricker, F. (*99*), Plattenmodelle zur Entwicklung von Darm, Leber, Pankreas und Schwimmblase der Forelle. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol, Bd. 16, H. 1—2, p. 1—26. 3 Taf. 1899.

Studnička, F. K. (*99*), Über Flimmer- und Cuticularzellen, mit besonderer Berücksichtigung der Centrosomenfrage. Sitzungsber. d. k. böhm. Ges. d. Wiss., math.-nat. Kl. 1899.

Suchard, E. (*03a*), Structure du poumon des Tritons. C. R. de l'Assoc. des Anat., Sess. 5, p. 1—3. Liège 1903.

Suchard, E. (*03b*), Structure du poumon du triton et de la salamandre maculée. 1 Taf. u. 5 Fig. Arch. d'Anat. microsc., T. 6, Fasc. 2/3, p. 170—190, 1903. (Berücksichtigt nach dem Ref. von Peter, in: Zentralbl. f. norm. u. pathol. Anat. mit Einschl. d. Mikrotechnik, Bd. 1, 1904.)

Suchard, E. (*04*), Sur le réseau d'origine des vaisseaux lymphatiques du poumon de la grenouille. C. R. de l'Assoc. des Anat. Toulouse 1904. Bibliogr. anat., Supplém., p. 144—145, 1904.

Suckstorff (*03*), Beitrag zur Kenntnis des Kehlkopfes der Marsupialier. Zeitschr. f. Laryngol. u. Rhinol., Bd. 13, p. 390—397, 1903.

Supino, Felice (*99*), Ricerche sulla struttura del polmone negli uccelli. Atti d. Soc. Veneto-Trentina d. Sc. nat. resid. in Padova, Anno 1898, Ser. 2, Vol. 3, Fasc. 2, p. 306—316. 1 Taf. Padova 1899.

Symington, Johnson (*99a*), The marsupial larynx. 8 Fig. Journ. of Anat. and Physiol., Vol. 33 (N. S. Vol. 13), p. 31—49, 1899.

Symington, Johnson (*99b*), The Cartilages of the Monotreme Larynx. Journ. of Anat. and Physiol., Vol. 34 (N. S. Vol. 14), Part 1, p. 90—100. 3 Taf. October 1899.

Symington, Johnson (*00*), On the Morphology of the Cartilages of the Monotreme Larynx. Rep. 69, Meet. British Assoc. Adv. Sc. Dover, p. 779—780, 1900.

Szymonowicz, L. (*01*), Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie, mit besonderer Berücksichtigung des menschlichen Körpers einschließlich der mikroskopischen Technik. XII und 455 p. Mit 169 Textfig. u. 52 Taf. Würzburg 1901.

Tarchetti, P. (*75*), Sulla struttura delle ghiandole mucipare della trachea. Rivista di med. chirurgia e terapia di Soresina (Dec. 1874). Torino 1875. (Vergl. auch: Rendiconti dell' Istituto Lombardo 1871, wo nach Frau Fuchs-Wolfring (*98*) die Resultate vorher schon auszugsweise publiziert wurden.)

Taylor, J. (*31* und *35*), Über die Atemorgane und die Luftblase gewisser Fische im Ganges. The Edinburgh Journal of science, p. 33, 1831, und in Isis, p. 307—310, 1835.

Teichmann, L. (*61*), Das Saugadersystem. 124 p. Mit 16 Kupfertafeln. Leipzig 1861.

Teichmann, L. (*96*), Naczynia limfatyczne w sprawach zapalnych błon surowiczych tudzież płuc i wątroby. (Die Lymphgefäße bei entzündlichen Prozessen seröser Häute, ferner der Lungen und der Leber.) C. R. Cl. Sc. mat. nat. Acad. Sc. Cracovie, Vol. 34, p. 1—23 (polnisch). Deutscher Auszug in: Anz. d. Akad. d. Wissensch. in Krakau, p. 356—363 (Okt. 1896). Krakau 1896.

Teuffel, E. (*02*), Zur Entwicklung der elastischen Fasern in der Lunge des Fötus und des Neugeborenen. Arch. f. Anat. u. Physiol, anat. Abt., p. 377—392. Mit 3 Fig. 1902.

Thanhoffer, v. L. (*85*), Grundzüge der vergleichenden Physiologie und Histologie. 752 p. Mit 195 Holzschn. Stuttgart (Enke) 1885.

Thilo, Otto (*99a*), Die Entstehung der Luftsäcke bei den Kugelfischen. Anat. Anz., Bd. 16, p. 73—87. 2 Taf. 1899.

Thilo, Otto (*99b*), Sperrvorrichtungen im Tierreich. Biol. Zentralbl., Bd. 19, p. 503—516, 1899.

Tiedemann, Fr. (*10*), Anatomie und Naturgeschichte der Vögel. Bd. I. Heidelberg 1810.

Tiedemann, Fr. (*18*), Über einen beim gefranzten Gecko oder Wanderkletterer entdeckten Luftbehälter. Meckels deutsches Archiv für die Physiologie, Bd. 4, p. 549—550, 1818.

Todd, R. B. and **Bowman, W.** (*56* und *66*), The physiological anatomy and physiology of man. London 1856. A new edit. by L. S. Beale, P. 1. 8°. London 1866.

Toldt, C. (*88*), Lehrbuch der Gewebelehre, mit vorzugsweiser Berücksichtigung des menschlichen Körpers. Mit einer topographischen Darstellung des Faserverlaufs im Zentralnervensystem von Prof. O. Kahler, p. XVI und 708 mit 210 Abbild. in Holzschn., 3. Aufl. 8°. Stuttgart (Enke) 1888.

Tourneux, F. (*85*), Sur le développement de l'épithélium et des glandes du larynx et de la trachée chez l'homme. Compt. rend. de la soc. de biol., année 37 (Ser. 8, T. 2), p. 250—252, 1885.

Tourneux, F. et **Hermann, G.** (*76*), Recherches sur quelques épithéliums plats dans la série animale. Journal de l'anat. et de la physiol., p. 199—221 et 386—424. 4 Taf. 1876.

Tourtual, T. Ch. (*46*), Neue Untersuchungen über den Bau des menschlichen Schlund- und Kehlkopfes. 107 p. Leipzig 1846.

Traube (*60*), Über das Eindringen feiner Kohlenteilchen in das Innere des Respirationsapparates. Deutsche Klinik, No. 49, p. 475—478 und No. 50, p. 487—490. Mit Abbild. 1860.

Treviranus (*17*), Über die Verrichtung der Schwimmblase bei den Fischen. Vermischte Schriften, Bd. 2. Bremen 1817 (zit. nach Jacobs *98*).

Trifiletti, A. (*03*), Innervazione periferica della laringe. Atti 6. Congresso Soc. Ital. Laringol. Roma 1902, Napoli 1903.

Turner, M. B. (*80*), The structure of the Comb-like Branchial Appendages and of the Teeth of the Basking Shark (Selache maxima). Journ. of Anat. and Physiol., Vol. 14, p. 273—286. 1 Taf. 1880.

Turner, W. (*77*), An introduction to human anatomy including the Anatomy of the Tissues. 896 p. 234 Abb. Edinburgh (Black) 1877.

Vaillant, L. (*63*), Mémoire pour servir à l'histoire anatomique de la sirène lacertine. Annales des sciences nat. Zool., 4. Sér., T. 19, p. 295—346. 3 Taf. Paris 1863.

Van der Hoeven (*41*), Über die zellige Schwimmblase des Lepidosteus. Müllers Arch. f. Anat., p. 221—223. 1 Taf. 1841.

Verson, E. (*68*), Beiträge zur Kenntnis des Kehlkopfes und der Trachea. Sitzungsberichte d. k. Akad. d. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., Bd. 57, Abt. 1, p. 1093—1102. 1 Taf. 1868.

Verson, E. (*71*), Kehlkopf und Trachea. Strickers Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Tiere, p. 453—463, 1871.

Verworn, Max (*04*), Die Lokalisation der Atmung in der Zelle. Festschrift zum 70. Geburtstag von E. Haeckel, p. 561—569. Denkschr. d. med. nat. Ges. zu Jena, Bd. 11. Jena 1904.

Vincent, Swale and **Barnes, Stanley, A.** (*96*), On the Structure of the red Glands in the Swimbladder of certain Fishes. Journ. of Anat. and Physiol., Vol. 30 N. S., Vol 10, p. 545—558. 1 Pl. 1896.

Virchow, H. (*89*), Über die Spritzlochkieme der Selachier. Verh. d. physiol. Ges. zu Berlin, Sitzung vom 15. Nov. 1889, p. 3—7.

Virchow, R. (*66*), Über das Lungenschwarz. Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol., Bd. 35, p. 186—190, 1866.

Vogt, C. et **Yung, E.** (*94*), Lehrbuch der praktischen vergleichenden Anatomie. 2 Bände. Braunschweig 1894.

Wagner (*62*), Rezension über „Zenker, F. A., Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie der Lunge. 4°. 34 p. mit 1 Taf. Dresden 1862." Arch. d. Heilkunde, p. 383f., 1862.

Waldeyer, W. (*86*), Beiträge zur normalen und vergleichenden Anatomie des Pharynx mit besonderer Beziehung auf den Schlingweg. Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wiss., p. 233—250, Jahrg. 1886.

Waller, C. und **Björkman, G.** (*82*), Studien über den Bau der Trachealschleimhaut mit besonderer Berücksichtigung des Epithels. Biol. Unters. von Retzius, Bd. 2, p. 71—96. 1 Taf. 1882.

Walther, A. (*72*), Beitrag zur Histologie des Brustfells. Beiträge zur Anatomie und Histologie, herausgegeben von Landzert, p. 76—98. 1 Taf. 1872.

Waters, Houghton A. T. (*60*), The anatomy of the human lung. 233 p. 29 Abb., London-Liverpool 1860.

Watson, M. and **Young, A.** (*79*), On the anatomy of Hyaena crocuta (H. maculata). Communicated by A. H. Garrod. Proceed. Zool. Soc. of London, p. 79—107. 2 Pl. 1879.

Weber, A. et **Buvignier, A.** (*03a*), Les premières phases du développement de l'appareil pulmonaire chez Miniopterus schreibersii. Note préliminaire. Bibliogr. anat., T. 12, Fasc. 5, p. 155—158. 5 Fig. 1903.

Weber, A. et **Buvignier, A.** (*03b*), Les premières phases du développement de l'appareil pulmonaire chez le canard. Compt. rend. Soc. biol., T. 55, No. 26, p. 1057—1058, 1903.

Weber, A. et **Buvignier, A.** (*03c*), Les premières phases du développement du poumon chez les embryons de poulet. Compt. rend. Soc. biol., T. 55, No. 32, p. 1394—1395 (Réun. biol. Nancy), 1903.

Weber, A. et **Buvignier, A.** (*03d*), La signification morphologique de l'ébauche pulmonaire chez les vertébrés. Compt. rend. Soc. biol., T. 55, No. 32, p. 1396—1397 (Réun. biol. Nancy), 1903.

Weber, A. et **Buvignier, A.** (*03e*), L'origine des ébauches pulmonaires chez quelques vertébrés supérieurs. Bibliogr. anat., T. 12, Fasc. 6, p. 249—291. 15 Fig. 1903.

Weber, Eduard (*41*), Über den Bau der Lungen und den Mechanismus des Atmens bei Vögeln. Amtlicher Bericht der 19. Vers. deutscher Naturforscher u. Ärzte, Braunschweig im Sept. 1841, p. 75—78. Braunschweig 1842.

Weber, M. (*85—87*), Über Lagenorhynchus albirostris Gray. Tijdschrift der Nederlandsche Dierkundige Vereeniging. 2. Serie, Deel I, p. 114—126. Leiden 1885—1887.

Weber, M. (*86*), Studien über Säugetiere. I.: Ein Beitrag zur Frage nach dem Ursprung der Cetaceen, p. 87, 88. Jena (Fischer) 1886.

Weber, M. J. (*42*), Vollständ. Handbuch der menschl. Anatomie. 2. Aufl., Bd. 2, p. 479, 1842.

Weber, Otto (*64*), Über die Entwicklung des Epithelialkrebses in inneren Organen, nebst Bemerkungen über die Struktur der Leber und Lunge. Arch. f. pathol. Anat., Bd. 29, p. 163—189, 1864.

Weysse, A. W. (*95*), Über die ersten Anlagen der Hauptanhangsorgane des Darmkanals beim Frosche. Arch. mikrosk. Anat., Bd. 46, p. 632—654. Mit 2 Taf. 1895.

Wiedersheim, R. (*75*), Salamandrina perspicillata und Geotriton fuscus. Versuch einer vergl. Anat. der Salamandrinen. 205 p. 17 Taf., 3 Holzschn. Genua 1875.

Wiedersheim, R. (*76*), Zur Anatomie und Physiologie des Phyllodactylus europaeus, mit besonderer Berücksichtigung des Aquaeductus vestibuli der Ascalobotenim allgemeinen. Morph. Jahrb., Bd. 1, p. 495—534. 3 Taf. 1876.

Wiedersheim, R. (*86a*), Lehrbuch der vergl. Anatomie der Wirbeltiere. 2. Aufl. Jena 1886.

Wiedersheim, R. (*86b*), Das Respirationssystem der Chamäleoniden. Berichte der naturforsch. Gesellsch. zu Freiburg i. B., Bd. I, H. 3. 16 p. 2 Taf. 1886.

Wiedersheim, R. (*87*), Zur Biologie von Protopterus. Anat. Anz., No. 23, p. 707—713, 1887.

Wiedersheim, R. (*90*), Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Salamandra atra. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 36, p. 469—482, 1890.

Wiedersheim, R. (*98*), Grundriß der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. Für Studierende bearbeitet. 4. Aufl. 559 p. Jena (Gustav Fischer) 1898.

Wiedersheim, R. (*02*), Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. 5 Aufl. des Grundrisses. 686 p. 379 Textabb., 1 Taf. Jena 1902.

Wiedersheim, R. (*03*), Über den Kehlkopf der Ganoiden und Dipnoer. Anat. Anz., Bd. 22, No. 24, p. 522—535. 9 Fig. 1903.

Wiedersheim, R. (*04a*), Über das Vorkommen eines Kehlkopfes bei Ganoiden und Dipnoern, sowie über die Phylogenie der Lunge. Zool. Jahrb., Suppl. 7 (Festschrift z. 70. Geburtst. v. A. Weismann), p. 1—66. 6 Taf. u. 1 Fig. 1904.

Wiedersheim, R. (*04b*), Nachträgliche Bemerkungen zu meinem Aufsatz über den Kehlkopf der Ganoiden und Dipnoer. Anat. Anz., Bd. 24, No. 23/24, p. 651—652, 1904.

Wilder, Harris H. (*91*), A Contribution to the Anatomy of Siren lacertina. Zoologische Jahrbücher, Abt. f. Anat. u. Ontog. der Tiere, Bd. 4, p. 653—696. With 2 Plates. 1891.

Wilder, Harris H. (*92*), Studies in the Phylogenesis of the Larynx. Preliminary communication. Anat. Anz., Bd. 7, p. 570—580. Mit 3 Fig. 1892.

Wilder, Harris H. (*94*), Lungenlose Salamandriden. Anat. Anz., Bd. 9, No. 7, p. 216—220. 3 Abbild. 1894.

Wilder, Harris H. (*96a*), Lungless Salamanders. Second Paper. Anat. Anz., Bd. 12, p. 182—192. 7 Fig. 1896.

Wilder, Harris H. (*96b*), The Amphibian Larynx. Zool. Jahrb. f. Anat. u. Ontog., Bd. 9, p. 273—318. 3 Pl. and 4 Fig. in the Text. 1896.

Wilder, Harris H. (*01*), The Pharyngo-oesophageal Lung of Desmognathus. 1 Fig. The American Natural., Vol. 35, No. 411, p. 183—186. Boston 1901.

Wildermuth, H. A. (*77*), Der feinere Bau der lufthaltigen Vogelknochen, nebst Beiträgen zur Kenntnis ihrer Entwicklung. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaften, Bd. 11, p. 537—550. 1 Taf. 1877.

Willach, P. (*88*), Beiträge zur Entwicklung der Lunge bei Säugetieren. Osterwiek a. Harz (Dieckfeld) 1888 [zit. nach Göppert (*02*) und Weber und Buvignier (*03e*)].

Williams, Thomas (*55*), Epithelium of the air-cells of the human lungs. The medical times and gazette. New Series, Vol. 11 (old Series Vol. 32), p. 361—363. July-Dec. 1855. London 1855.

Williams, Thomas (*59*), Organs of Respiration. In: Todd's Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. (Suppl.-Vol.) Vol. 5, p. 258—293. Fig. 204—238. London 1859.

Wittich, v. W. (*78*), Über die Beziehungen der Lungenalveolen zum Lymphsystem. Mitteilungen aus dem Königsberger physiologischen Laboratorium, p. 1—23. 2 Taf. Königsberg 1878.

Wohlfahrt, J. A. (*1748*), De bronchis vasisque bronchialibus. Diss. inaug. Halae Magdeburgicae 1748.

Wolff, Max (*02*), Über die Ehrlichsche Methylenblaufärbung und über Lage und Bau einiger peripherer Nervenendigungen. Arch. f. Anat. u. Physiol., anat. Abt., p. 155—188. Mit 1 Taf. 1902.

Wolters, M. (*91*), Zur Kenntnis der Grundsubstanz und der Saftbahnen des Knorpels. (Aus dem anatomischen Institut zu Bonn.) Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 37, p. 492—512. Mit 1 Taf. 1891.

Wood-Mason, J. (*78*), On the Structure and Development of the Trachea in the Indian Painted Snipe (Rhynchaea capensis). Proceedings of the Zoological Society of London, p. 745—751. 1 Taf., 2 Holzsch. im Text. 1878.

Wunderlich, L. (*86*), Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgesch. des unteren Kehlkopfes der Vögel. 4 Taf. Nova acta d. kais. Leopold.-Carol. deutsch. Akademie d. Naturf., Bd. 48, No. 1, p. 1—80, 1886 (als Inaug.-Diss. 1884).

Wywodzoff (*65*), Die Lymphwege der Lunge. Wiener med. Jahrbücher, Bd. 11, p. 3—8. 1 Taf. 1865.

Young, A. H. and **Robinson, A.** (*89*), On the Anatomy of Hyaena striata. Journ. of Anat. and Physiol., Vol. 23, p. 90—105 und p. 187—200. 1 Holzschn. 1889.

Zander, Enoch (*03*), Studien über die Kiemenfilter bei Süßwasserfischen. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 75, H. 2, p. 233—257. 17 Fig. 1903.

Zenker, F. A. (*62*), Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie der Lunge 4°. 33 p. Mit 1 Taf. Dresden 1862.

Zilliacus, W. (*05*), Die Ausbreitung der verschiedenen Epithelarten im menschlichen Kehlkopfe und eine neue Methode, dieselbe festzustellen. Anat. Anz., Bd. 26, No. 1, p. 25—30, 1905.

Zimmermann, K. W. (*98*), Beiträge zur Kenntnis einiger Drüsen und Epithelien. Arch. mikrosk. Anat., Bd. 52, H. 3, S. 552—706. 3 Taf. u. 14 Fig. 1898.

Zimmermann, K. W. (*00*), Über Anastomosen zwischen den Tubuli der serösen Zungendrüsen des Menschen. Anat. Anz., Bd. 18, No. 15/16, p. 373—376. 1 Fig. 1900.

Zimmerl, U. (*99*), Sull' anatomia microscopica delle tasche gutturali. Il Nuovo Ercolani, Anno 4, No. 1, p. 1—7; No. 2, p. 17—20. 1 Taf. 1899.

Zograff, Nicolaus (*86*), Über den sogenannten Labyrinthapparat der Labyrinthfische (Labyrinthici). Biol. Zentralbl, Bd. 5, p. 679—686, 1886.

Zograff, Nicolaus (*88*), On the construction and purpose of the so-called labyrinthine apparatus of the labyrinthic fishes. Quart. journ. of microsc. science, Vol. 28, p. 501—512. 1 Taf. 1888.

Zuckerkandl, E. (*83*), Über die Verbindungen zwischen den arteriellen Gefäßen der menschlichen Lunge. Sitzungsber. der Wiener Akad., math.-nat. Kl., Bd. 87, Abt. 3, p. 171—186. Mit 2 Taf. 1883.

Zuckerkandl, E. (*98*), Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Kehlkopfes und der Luftröhre. In P. Heymanns Handb. d. Laryngol. u. Rhinol., Bd. 1, 1. Hälfte, p. 55—133. 32 Fig. Wien 1898.

Zuckerkandl, E. (*00*), Zur Anatomie von Chiromys madagascarensis. Denkschr. kaiserl. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Bd. 68, p. 89—200. 10 Taf. u. 9 Fig. 1900.

Zumstein, J. J. (*90*), Über den Bronchialbaum des Menschen und einiger Säugetiere. Sitzungsber. der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften in Marburg, Jahrg. 1889, p. 25—29 (Sitz. vom 26. März 1889). Marburg 1890.

Zumstein, J. J. (*92*), Über Korrosionspräparate. Sitzungsber. der Ges. zur Beförderung der gesamten Naturwissensch. in Marburg, Jahrg. 1891, p. 27—32 (Sitz. vom 28. Febr. 1891). Marburg 1892.

Zumstein, J. J. (*00*), Über den Bronchialbaum der Säuger und Vögel. Sitzungsber. der Ges. zur Beförderung der gesamten Naturwissensch. zu Marburg, No. 4, p. 39—48, 1900.

Autorenregister.

C.

D.

J.

K.

M.

N.

O.

T.

U.

V.

W.

Y.

Z.


LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Sachregister.

A.

B.

D.

G.

H.

M.

R.

S.

T.

Druck von Anton Kämpfe in Jena.

Tafel I.

Tafel I.

Fig. 1 (zu p. 230 und 235). **Lunge von Protopterus annectens.** Schnitt durch einen Haufen von verzweigt angeordneten Kammern oder Luftzellen. Die Zahlen 2—5 (siehe anch Textfigur 100 auf p. 234) entsprechen den verschiedenen Elementen, aus welchen die Protopteruslunge zusammengesetezt ist. *ew* eosinophile weiße Blutkörperchen; *ep* Epithel, welches die verzweigten Kammern auskleidet; *mu* Muskelfasern; *ra* verzweigt angeordnete Kammern oder Luftzellen; *pig* Pigmentzellen. Zeiss, Obj. C, Ok. 2. (Nach SPENCER *98*).

Fig. 2 (zu p. 300). **Ein Schnitt aus der Trachea von Hatteria punctata.** Flimmerzellen mit schleimigem Inhalt. *B* Becherzelle; *F 1* gewöhnliche Flimmerzelle; *F 2* Flimmerzelle mit einem schleimigen Inhalt; *cp* Kapillare. Zeiss Ok., Ölimmers. $^1/_{12}$. (Nach OSAWA *97*).

Fig. 3 (zu p. 310). *a—c* **Becherzellen aus dem Trachealepithel von Emys caspica.** *a* und *b* befußte, *c* gestielte Form, sämtlich geöffnet. Aus Müllerscher Flüssigkeit. Vergr. 600fach. (Nach LIST *86*).

Fig. 4 (zu p. 335). **Epithel der Luftsäcke der Taube,** versilbert. Seibert, Ok. I, Obj. 5. (Nach M. BAER *96a*).

Fig. 5 (zu p. 367). **Flimmerepithel der Trachea einer Katze.** Organische Verbindung (Interzellularbrücken) seiner Zellen untereinander, *Bch. Z* Becherzelle. Zeiss, Ölapochr. 2 mm und Komp.-Ok. 4. (Nach KOLOSSOW *98*).

Fig. 6 (zu p. 367). **Trachea von der Katze.** Längsschnitt eines **Drüsentubulus.** Sezernierende Elemente (Schleimzellen) sind teilweise oder größtenteils vom Sekret frei, mit Ausnahme des Endabschnittes des Tubulus, wo dieselben prall mit Sekret gefüllt sind, eine Gruppe bildend, welche an einen von den Schleimhalbmonden erinnert, welche nach R. Krauses Untersuchungen (siehe dieses Lehrbuch, Teil III, p. 709f.) in der Glandula submaxillaris der Mangusten existieren. *M* muskulöse Epithelzellen. Zeiss, Ölapochr. 2 mm und Komp.-Ok. 4. (Nach KOLOSSOW *98*).

Fig. 7 (zu p. 367). **Trachea von der Katze.** Schrägschnitt eines **Drüsentubulus.** Oben muskulöse Epithelzellen (*M*) von der Fläche gesehen, zwischen denselben quer durchschnittene Basalfortsätze (*Bf*) der sezernierenden Elemente; unten muskulöse Epithelzellen quer und schräg durchschnitten. Zeiss, Ölapochr. 2 mm und Komp.-Ok. 4. (Nach KOLOSSOW *98*).

Fig. 8 (zu p. 432). **Kehlkopf vom Hund (Canis familiaris).** *a* seröse Drüsenläppchen; *b* Schleimdrüsenläppchen; *c* Ausführgang. Delafields Hämatoxylin und Kongorot. Hartnack, Obj. 4, Ok. 3, eing. Tubus. (Nach Frau FUCHS-WOLFRING *98*).

Fig. 9 (zu p. 432). **Kehlkopf vom Hund.** Schleimdrüsen mit Randzellenkomplexen (echten Giannuzzischen Halbmonden). Delafields Hämatoxylin und Kongorot. Hartnack, Obj. 4, Ok. 3. (Nach Frau FUCHS-WOLFRING *98*).

Fig. 10 (zu p. 432). **Trachea vom Hund.** *a* Alveole einer Schleimhaut, im weiten Lumen geronnener Schleim, aus einigen Zellen quillt Schleim hervor; *b* zwei seröse Alveolen mit Sekretkapillaren, welche in das Lumen der Schleimalveole einmünden. Delafields Hämatoxylin und Kongorot. Hartnack, Obj. 7, Ok. 3, ausg. Tubus (Nach Frau FUCHS-WOLFRING *98*).

Fig. 11 (zu p. 437). **Katze,** pilokarpinisiert, **Kehlkopf.** Behandlung nach GOLGI. Alveole einer Schleimdrüse mit Randzellenkomplexen. Hartnack, Obj. 7, Ok. 3, ausg. Tnbus. (Nach Frau FUCHS-WOLFRING *98*).

Fig. 12 (zu p. 428). **Kehlkopf vom Kaninchen.** Behandlung nach GOLGI. Ein ganzes seröses Drüsenläppchen mit Sekretkapillaren imprägniert. Dicker Schnitt, an welchem mehrere Schichten zu sehen sind; die am stärksten angelegten Sekretkapillaren gehören der obersten Schicht an; bei *a* ein Ausführungsgang an seiner Einmündung in das Epithel der Schleimhaut. Hartnack, Obj. 7, Ok. 3, eing. Tubus. (Nach Frau FUCHS-WOLFRING *98*).

Fig. 13 (zu p. 468). **Trachea vom Menschen.** Ein Ausführgang, an dem die spezifischen Schleimzellen bis zur Mündung reichen. Delafields Hämatoxylin und Kongorot. Hartnack, Obj. 7, Ok. 3, eing. Tubus. (Nach Frau FUCHS-WOLFRING *98*).



Fig. 1.



Fig. 2.




LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

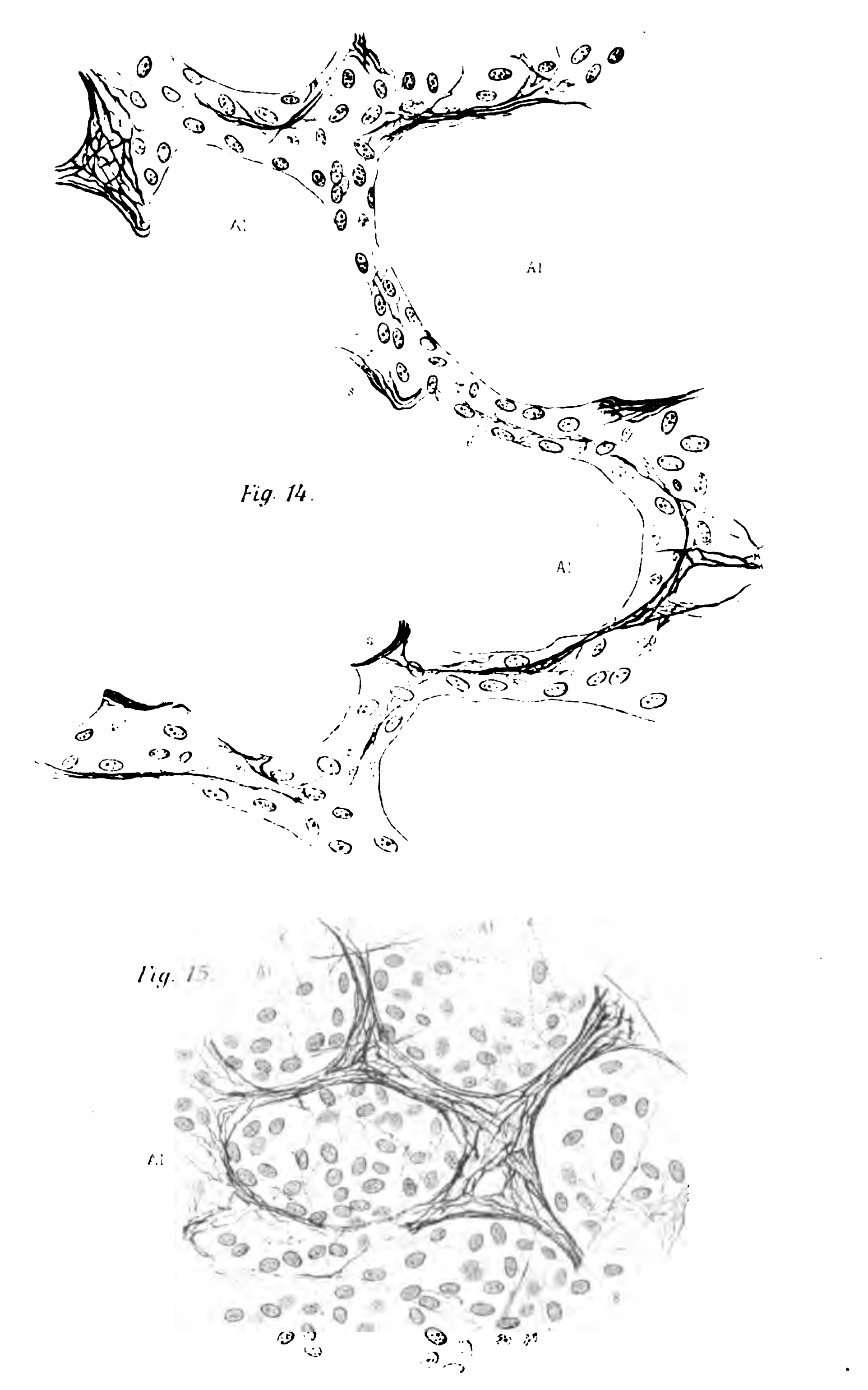
Tafel II.

Tafel II.

Die Figuren dieser Tafel sind nach Präparaten gezeichnet, welche in Weigerts Resorzin-Fuchsin gefärbt wurden. Die bei dieser Färbung erscheinenden Fasern wurden in blauer Farbe wiedergegeben und als elastische Fasern gedeutet. (Nach OPPEL *05*).

Fig. 14 (zu p. 690). **Echidna aculeata var. typica, Lunge.** Der Schnitt zeigt einige Alveolen (*Al*). Es lassen sich die in der Alveolenwand liegenden (*e*) und auf den quergeschnittenen Firsten der Alveolensepten (*s*) in stärkeren Zügen angeordneten elastischen Fasern (blau) unterscheiden. Beide Systeme sind untereinander verbunden. Vergr. 500 fach.

Fig. 15 (zu p. 690). **Echidna aculeata var. typica, Lunge** (etwas dickerer Schnitt als Fig. 14). Die Faserzüge der Alveolensepten (*s*) erscheinen auf größeren Strecken im Zusammenhang und umgeben die Alveolen (*Al*), in welche nicht nur vom nächsten Septum (*e*), sondern auch von ferner liegenden Septen her (*e'*) Züge feiner elastischer Fasern einstrahlen. Vergr. 500 fach.



F. Kaufmann gez. Gustav Fischer Verlag


LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Tafel III.

Tafel III.

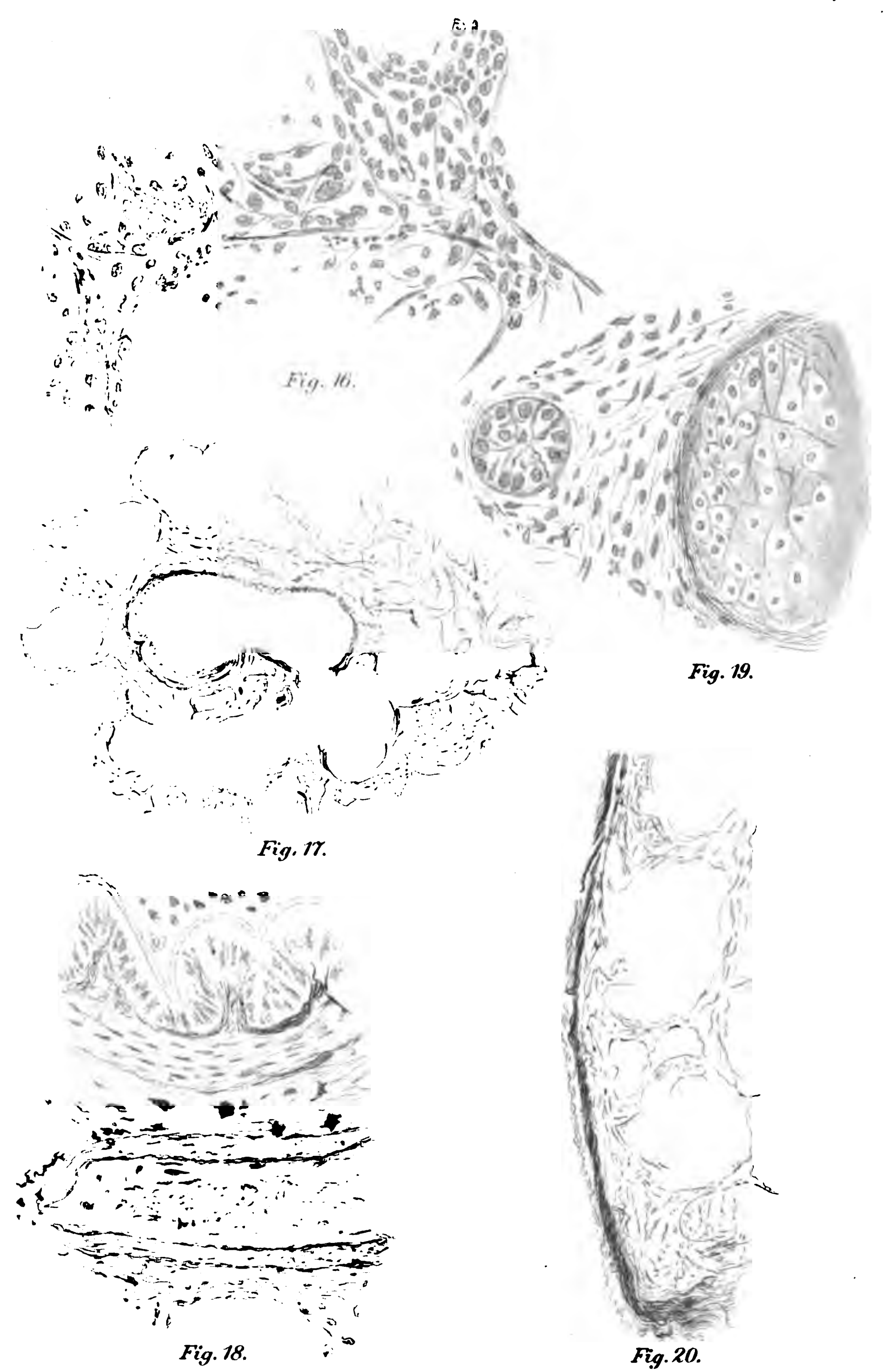
Fig. 16 (zu p. 723). **Lunge von einer 56jährigen Frau.** Endbläschenwand. Starke Gefäßfüllung. Färbung der elastischen Elemente nach WEIGERT. Vergr. ca. 550fach. (Nach LINSER *oo*).

Fig. 17 (zu p. 719). **Lunge vom 25jährigen Mann.** Bronchiolus mit Alveolargang. Färbung der elastischen Elemente nach WEIGERT. Vergr. ca. 80fach. (Nach LINSER *oo*).

Fig. 18 (zu p. 719). **Lunge vom 14jährigen Knaben.** Mittlerer Bronchus mit kleiner Arterie. Färbung der elastischen Elemente nach WEIGERT, Überfärbung. Vergr. ca. 350fach. (Nach LINSER *oo*).

Fig. 19 (zu p. 616). **Lunge vom 14jährigen Knaben.** Schleimdrüse mit Bronchialknorpel. Färbung der elastischen Elemente nach WEIGERT. Vergr. ca. 350fach. (Nach LINSER *oo*).

Fig. 20 (zu p. 739). **Pleura von einer 56jährigen Frau.** Färbung der elastischen Elemente nach WEIGERT. Vergr. ca. 80fach. (Nach LINSER *oo*).



C. Krapf gez.

Verlag v Gustav Fischer, Jena.

Lith. Anst. v K. Wesser Jena


LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Tafel IV.

Tafel IV.

Fig. 21 (zu p. 726). **Lunge vom Menschen** (Hingerichteter). Versilbert. Alveole mit respiratorischem Epithel. *aa* Linien, die von kleinen Pflasterzellen aus in große Platten sich erstrecken und Teilungen derselben andeuten; *bb* eine zweite Art solcher Trennungslinien; *cc* kleine kernlose Platten; *dd* nicht ringsherum begrenzte solche Platten. Vergr. 352 fach. (Nach KÖLLIKER *81*).

Fig. 22 (zu p. 726). **Lunge vom Menschen** (Hingerichteter). Versilbert. Grund einer Alveole mit Teilen von zwei angrenzenden Alveolen. Vergr. ca. 300 fach. (Nach KÖLLIKER *81*).

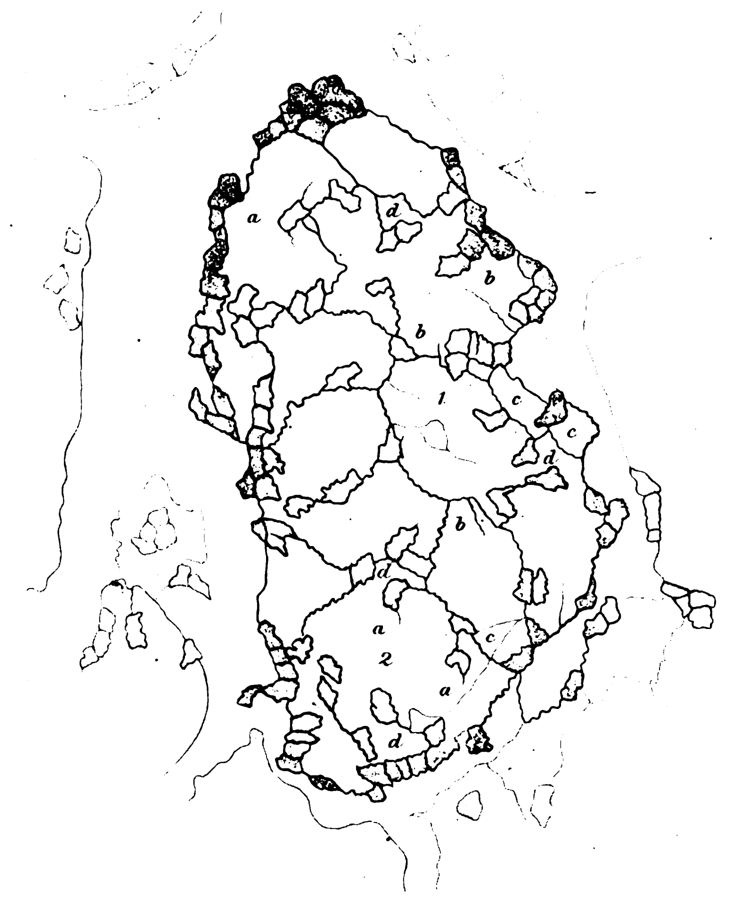


Fig. 21.

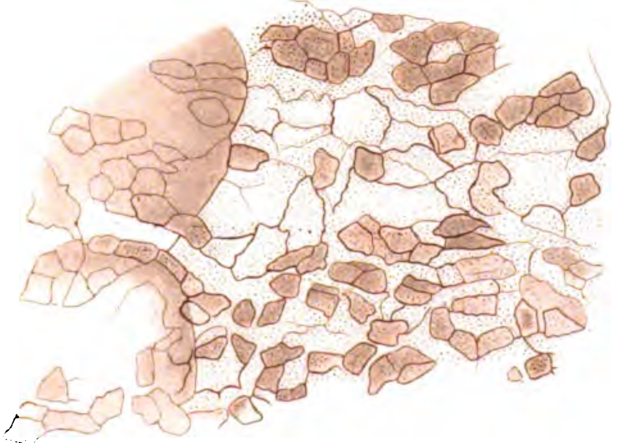


Fig. 22.

C. Krapf gez.

Verlag v. Gustav Fischer, Jena.


LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

14 DAY USE
RETURN TO DESK FROM WHICH BORROWED

Biology Library

This book is due on the last date stamped below, or
on the date to which renewed.
Renewed books are subject to immediate recall.

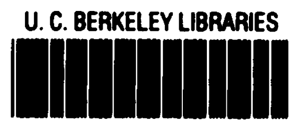
DEC 8 1956

JAN 2 1956

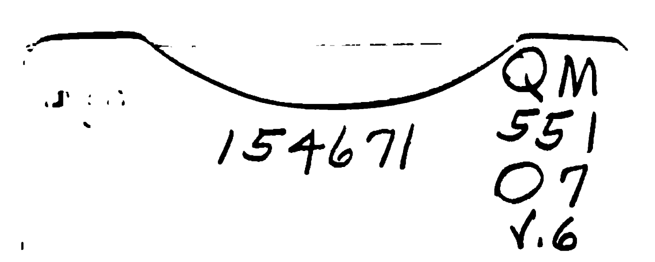
LD 21–100m-6,'56
(B9311s10)476

General Library
University of California
Berkeley

U. C. BERKELEY LIBRARIES



C045839379



154671
QM
551
O7
v.6

THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY

